

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

THIS PAGE BLANK (USPTO)

⑯ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑯ Offenlegungsschrift
⑯ DE 196 44 975 A 1

⑯ Int. Cl. 6:
B 60 R 21/32
B 60 R 21/16
G 01 P 15/08

DE 196 44 975 A 1

⑯ Aktenzeichen: 196 44 975.8
⑯ Anmeldetag: 29. 10. 96
⑯ Offenlegungstag: 7. 5. 97

⑯ Unionspriorität: ⑯ ⑯ ⑯
31.10.95 JP P 7-284036 06.11.95 JP P 7-287386

⑯ Erfinder:
Fukui, Tsutomu, Wako, Saitama, JP; Matsuda, Kazuo, Wako, Saitama, JP

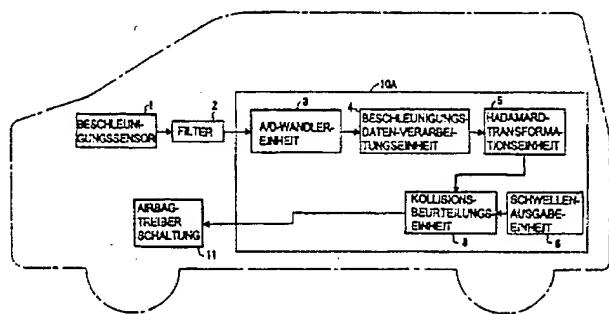
⑯ Anmelder:
Honda Giken Kogyo K.K., Tokio/Tokyo, JP

⑯ Vertreter:
H. Weickmann und Kollegen, 81679 München

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑯ Verfahren zur Beurteilung einer Fahrzeugkollision

⑯ Bei einem Verfahren zur Beurteilung einer Fahrzeugkollision gemäß der vorliegenden Erfindung wird ein Ausgangssignal von einem Beschleunigungssensor (1), der an einem Fahrzeug getragen ist, das von einem Beginnzeitpunkt einer Kollisionsbeurteilung an erhalten wird, während Intervall-Fenstern ausgegeben, die jeweils eine vorbestimmte Zeitbreite einer Mehrzahl von Abtastzyklen aufweisen und die aufeinanderfolgend um einen Abtastzyklus verzögert werden sind. Eine Wellenform des Ausgangssignals wird einer Hadamard-Transformation unterzogen und für jedes Intervall-Fenster unter Verwendung einer Hadamard-Transformationseinheit (5) in Frequenzkomponenten zerlegt. Ein Schwellenwert, welcher für eine vorbestimmte Frequenzkomponente gesetzt wird und von einer Schwellenausgabe-einheit (6) ausgegeben wird, wird mit einem Pegelwert der vorbestimmten Frequenzkomponente, welche aus den durch die Zerlegung in der Hadamard-Transformationseinheit (5) erhaltenen Frequenzkomponenten ausgewählt wird, durch Verwendung einer Kollisionsbeurteilungseinheit (8) verglichen. Das Auftreten einer Kollision des Fahrzeugs wird auf der Grundlage des Vergleichsergebniss s beurteilt.



DE 196 44 975 A 1

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Beurteilen einer Fahrzeugkollision, welches beispielsweise in einer Einrichtung zum Schützen eines Passagiers durch Aufblasen eines Airbags dann, wenn beurteilt wird, daß eine Kollision eines Fahrzeugs auftritt, verwendet wird.

Ein Verfahren zum Beurteilen einer Fahrzeugkollision umfassend die folgenden Schritte ist bereits bekannt. D.h. ein Ausgangssignal von einem Beschleunigungssensor, welcher an einem Fahrzeug angebracht ist, wird durch A/D-Wandlung in digitale Daten konvertiert. Die konvertierten digitalen Daten werden einer Konversion unterzogen, wie beispielsweise einer Integration zu Geschwindigkeitsdaten, um beispielsweise eine Beschleunigung (Verzögerung), eine Geschwindigkeit und einen Fahrtweg bei einer Kollision zu bestimmen, worauf beruhend eine Charakteristik einer Wellenform des Ausgangssignals des Beschleunigungssensors extrahiert wird. Die Beurteilung dahingehend, ob eine Kollision des Fahrzeugs auftritt oder nicht, wird gemäß der extrahierten Charakteristik durchgeführt.

Ein weiteres herkömmliches Verfahren zum Beurteilen einer Fahrzeugkollision ist beispielsweise in der japanischen Offenlegungsschrift Nr. 5-221286 offenbart. Bei diesem Verfahren wird ein Ausgangssignal von einem an einem Fahrzeug installierten Beschleunigungssensor durch A/D-Wandlung in digitale Daten konvertiert. Die konvertierten digitalen Daten werden mittels einer Fast-Fourier-Transformationsverarbeitung in Frequenzkomponenten zerlegt. Eine Kollisionsmodus-Beurteilungseinheit wird dazu verwendet, einen Kollisionsmodus gemäß Charakteristiken von Frequenzkomponenten beruhend auf einem Ergebnis der Frequenzzerlegung zu beurteilen. Ferner werden die konvertierten digitalen Daten über ein vorbestimmtes Zeitintervall integriert, um einen Integralwert zu erhalten. Andererseits umfaßt dieses Systems eine Kollisionsbeurteilungseinheit, in welcher Kollisionsmodi und diesen entsprechende Schwellen gespeichert sind. Eine Schwelle, welche einem durch die Kollisionsmodus-Beurteilungseinheit beurteilten Kollisionsmodus entspricht, wird durch Bezugnahme auf Inhalte des Speichers in der Kollisionsbeurteilungseinheit gelesen. Der vorangehend beschriebene Integralwert wird mit der gelesenen Schwelle verglichen. Wenn der Integralwert die Schwelle überschreitet, dann wird beurteilt, daß eine Kollision auftritt.

Ein Airbag wird dann aufgeblasen, wenn eine Beurteilung eines Auftretens einer Kollision gemäß dem vorangehend beschriebenen Verfahren zum Beurteilen einer Kollision gemacht wird.

Wenn die Kollision eines Fahrzeugs beurteilt wird, indem das erster herkömmliche Verfahren verwendet wird, dann wird die Charakteristik der Beschleunigungssignalwellenform bei der Kollision ungenügend extrahiert. Daher entsteht ein Problem darin, daß es unmöglich ist, ein Beschleunigungssignal, für welches eine Beurteilung getroffen werden sollte, daß eine Kollision auftritt, von einem Beschleunigungssignal zu unterscheiden, hinsichtlich welchem eine Beurteilung getroffen werden sollte, daß keine Kollision auftritt, insbesondere einem Beschleunigungssignal, welches ausgegeben wird, wenn das Fahrzeug auf einer Straße fährt, auf welcher Stöße oder Unregelmäßigkeiten vorhanden sind.

Wenn die Kollision eines Fahrzeugs durch Verwendung des letzteren herkömmlichen Verfahrens durchgeführt wird, dann wird die Wellenform des Beschleunigungssignals durch die Verwendung der Fast-Fourier-Transformationsverarbeitung in Frequenzkomponenten zerlegt. Daher entsteht das folgende Problem. D.h. eine Operation und Multiplikation mit trigonometrischen Funktionen sollte mehrere Male durchgeführt werden, um die Beschleunigungssignalwellenform in die Frequenzkomponenten zu zerlegen. Darüber hinaus wird die Schwelle in Abhängigkeit von dem Kollisionsmodus beruhend auf einem Ergebnis der Zerlegung in die Frequenzkomponenten umgeschaltet. Daher sollte eine Betriebseinheit zum Durchführen der Zerlegung in die Frequenzkomponenten die Energie jeder der Frequenzkomponenten erfassen zu können, was zu einer weiteren Zunahme des Verarbeitungsaufwands führt.

Aus diesem Grund entsteht ein Problem darin, daß ein Mikroprozessor, wie zum Beispiel ein digitaler Signalprozessor, welcher ausschließlich für diesen Betrieb verwendet wird, und welcher in der Lage ist, eine Hochgeschwindigkeitsverarbeitung durchzuführen, in unvermeidbarer Weise zu verwenden ist, um die Kollision des Fahrzeugs ohne Verzögerung zu beurteilen. Daher entsteht das Problem, daß die Kollisionsbeurteilungseinrichtung teuer wird.

Bei dem herkömmlichen Verfahren wird nur die Schwelle in Abhängigkeit von dem Kollisionsmodus beruhend auf den Charakteristiken der zerlegten Frequenzkomponenten umgeschaltet. Daher entsteht ferner ein Problem darin, daß die Schwelle für die Beurteilung der Kollision einen engen zulässigen Bereich aufweist, und es ist unmöglich, eine ausreichende Sicherheit zwischen einer Beurteilung einer Kollision und einer Beurteilung, daß keine Kollision vorliegt, zu erhalten.

Bei dem herkömmlichen Verfahren kann das Auftreten einer Kollision für bestimmte Typen von Karosseriestrukturen beurteilt werden. Für verschiedene andere Typen von Karosseriestrukturen sollten die Filtercharakteristik und das Verfahren zum Beurteilen der Kollision individuell gesetzt und eingestellt werden. Daher entsteht ein Problem darin, daß eine Beurteilungseinrichtung, in welcher das Verfahren zum Beurteilen einer Kollision angewandt wird, entsprechend jedem Typ einer Karosserie entwickelt werden sollte.

Es ist eine erste Aufgabe der vorliegenden Erfundung, ein Verfahren zum Beurteilen einer Fahrzeugkollision vorzusehen, welches es ermöglicht, eine Kollision eines Fahrzeugs ohne Verzögerung zu beurteilen, ohne daß ein digitaler Signalprozessor verwendet wird, welcher einen Hochgeschwindigkeitsbetrieb durchführen kann.

Es ist eine zweite Aufgabe der vorliegenden Erfundung, ein Verfahren zum Beurteilen einer Fahrzeugkollision vorzusehen, welches es ermöglicht, eine Charakteristik einer Beschleunigungssignalwellenform ausreichend zu extrahieren, ausreichend zwischen einem Beschleunigungssignal, bei welchem eine Beurteilung dahin getroffen werden sollte, daß eine Kollision auftritt, und einem Beschleunigungssignal zu unterscheiden, bei welchem eine Beurteilung dahingehend getroffen werden sollte, daß keine Kollision aufgetreten ist, und einen ausreichenden Beurteilungsspielraum zu erhalten.

Es ist eine dritte der Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zur Beurteilung einer Fahrzeugkollision vorzusehen, welches bei verschiedenen Typen von Karosseriestrukturen angewandt werden kann, wodurch es möglich wird, den Abstand zwischen Schwellen zur Beurteilung des Auftretens oder Nichtauftretens einer Kollision zu erweitern.

Die vorangehenden und weitere Ziele, Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden aus der folgenden Beschreibung augenscheinlich, wenn diese in Verbindung mit den beiliegenden Zeichnungen betrachtet wird, in welchen eine bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung anhand darstellender Beispiele gezeigt ist.

Fig. 1 zeigt ein Blockdiagramm, welches ein System einer Ausführungsform einer Kollisionsbeurteilungseinrichtung darstellt, bei welcher eine erste Ausführungsform des Verfahrens zur Beurteilung einer Fahrzeugkollision gemäß der vorliegenden angewandt wird.

Fig. 2 zeigt schematisch ein Diagramm, welches zum Erklären einer Beziehung zwischen einer Hadamard-Matrix und Sequenzen verwendet werden sollte.

Fig. 3A zeigt schematisch eine Darstellung, welche eine Beziehung zwischen einem Intervallfenster und einer Ausgangssignalwellenform von einem Beschleunigungssensor gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt, worin das Intervallfenster auf dem Start der Beurteilung einer Kollision beruht.

Fig. 3B zeigt schematisch eine Darstellung, welche eine Beziehung zwischen einem Intervallfenster und einer Ausgangssignalwellenform von dem Beschleunigungssensor gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt, worin das Intervallfenster durch einen Abtastzyklus bezüglich des Starts der Beurteilung einer Kollision verzögert ist.

Fig. 3C zeigt schematisch eine Darstellung, welche eine Beziehung zwischen einem Intervallfenster und der Ausgangssignalwellenform von dem Beschleunigungssensor gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt, worin das Intervallfenster bezüglich des Starts der Beurteilung einer Kollision um 15 Abtastzyklen verzögert ist.

Fig. 4A entspricht der Fig. 3A und stellt eine Wellenform dar, welche einem einer Hadamard-Transformation unterzogenen Block entspricht.

Fig. 4B entspricht der Fig. 3B und stellt eine Wellenform dar, welche einem einer Hadamard-Transformation unterzogenen Block entspricht.

Fig. 4C entspricht der Fig. 3C und stellt eine Wellenform dar, welche einem einer Hadamard-Transformation unterzogenen Block entspricht.

Fig. 5A entspricht der Fig. 4A und stellt in erklärender Weise Pegelwerte jeweiliger Frequenzkomponenten dar, welche durch Frequenzzerlegung der in dem in Fig. 3A gezeigten Intervallfenster enthaltenen Wellenform erhalten werden.

Fig. 5B entspricht der Fig. 4B und stellt in erklärender Weise Pegelwerte jeweiliger Frequenzkomponenten dar, welche durch Frequenzzerlegung der in dem in Fig. 3B gezeigten Intervallfenster enthaltenen Wellenform erhalten werden.

Fig. 5C entspricht der Fig. 4C und stellt in erklärender Weise Pegelwerte jeweiliger Frequenzkomponenten dar, welche durch Frequenzzerlegung der in dem in Fig. 3C gezeigten Intervallfenster enthaltenen Wellenform erhalten werden.

Fig. 6 zeigt schematisch eine Wellenform, welche zum Erklären der Zerlegung der Ausgangssignalwellenform aus dem Beschleunigungssensor in Frequenzkomponenten in der ersten Ausführungsform des Verfahrens zur Beurteilung einer Kollision gemäß der vorliegenden Erfindung verwendet wird, wobei Fig. 5A, 5B und 5C kombiniert und auf der Zeitachse dargestellt sind.

Fig. 7A zeigt schematisch Wellenformen, welche zum Erklären einer Beurteilung einer Kollision in der ersten Ausführungsform des Verfahrens zum Beurteilen einer Fahrzeugkollision gemäß der vorliegenden Erfindung verwendet werden, und welche eine Ausgabe von dem Beschleunigungssensor und Frequenzkomponenten von Y(0) bis Y(2) darstellt.

Fig. 7B zeigt schematisch Wellenformen, welche zum Erklären eines Falls verwendet werden, in dem keine Kollision in der ersten Ausführungsform des Verfahrens zum Beurteilen einer Fahrzeugkollision gemäß der vorliegenden Erfindung auftritt, und stellt eine Ausgabe von dem Beschleunigungssensor und Frequenzkomponenten von Y(0) bis Y(2) dar.

Fig. 8A zeigt schematisch Wellenformen, welche zum Erklären der Beurteilung einer Kollision in der ersten Ausführungsform des Verfahrens zum Beurteilen einer Fahrzeugkollision gemäß der vorliegenden Ausführungsform verwendet werden, und stellt Frequenzkomponenten von Y(3) bis Y(6) dar.

Fig. 8B zeigt schematisch Wellenformen, welche zum Erklären des Falls verwendet werden, in dem in der ersten Ausführungsform des Verfahrens zur Beurteilung der Fahrzeugkollision gemäß der vorliegenden Erfindung keine Kollision auftritt, und stellt Frequenzkomponenten von Y(3) bis Y(6) dar.

Die Fig. 9 zeigt ein Blockdiagramm, welches ein System einer Ausführungsform einer Kollisionsbeurteilungseinrichtung darstellt, bei welcher eine zweite Ausführungsform des Verfahrens zur Beurteilung einer Fahrzeugkollision gemäß der vorliegenden Erfindung angewandt wird.

Fig. 10A zeigt schematisch Wellenformen, welche zum Erklären einer Beurteilung einer Kollision in der zweiten Ausführungsform des Verfahrens zur Beurteilung einer Fahrzeugkollision gemäß der vorliegenden Erfindung verwendet werden, und stellt schematisch eine Ausgabe von einem Beschleunigungssensor und Frequenzkomponenten von Y(0) bis Y(1) dar.

Fig. 10B zeigt schematisch Wellenformen, welche zum Erklären eines Falls verwendet werden, in dem in der zweiten Ausführungsform des Verfahrens zur Beurteilung einer Fahrzeugkollision gemäß der vorliegenden Erfindung keine Kollision auftritt, und stellt eine Ausgabe von dem Beschleunigungssensor und Frequenzkomponenten von Y(0) bis Y(1) dar.

Fig. 11A zeigt schematisch Wellenformen, welche zum Erklären einer Beurteilung einer Kollision in der zweiten Ausführungsform des Verfahrens zur Beurteilung einer Fahrzeugkollision gemäß der vorliegenden Erfindung verwendet werden, und stellt Frequenzkomponenten von Y(1) bis Y(4) dar.

5 Fig. 11B zeigt schematisch Wellenformen, welche zum Erklären des Falls verwendet werden, in dem in der zweiten Ausführungsform des Verfahrens zur Beurteilung einer Fahrzeugkollision gemäß der vorliegenden Erfindung keine Kollision auftritt, und stellt Frequenzkomponenten von Y(2) bis Y(4) dar.

10 Fig. 12 zeigt schematisch Wellenformen, welche zum Erklären von Kollisionsreferenzdaten in der zweiten Ausführungsform des Verfahrens zur Beurteilung einer Fahrzeugkollision gemäß der vorliegenden Erfindung verwendet werden, und stellt die Ausgabe von dem Beschleunigungssensor dar, sowie Wellenformen eines Intervall-Integralwerts, eines unendliches Integral-Werts und eines Differenzwerts, welche beruhend auf der Ausgabe bestimmt werden.

15 Fig. 13 zeigt ein Flußdiagramm, welches zum Bestimmen von Kollisionsreferenzschwellen in der zweiten Ausführungsform des Verfahrens zur Beurteilung einer Fahrzeugkollision gemäß der vorliegenden Erfindung verwendet wird.

20 Fig. 14A zeigt schematisch Wellenformen, welche zum Erklären der Beurteilung einer Kollision der zweiten Ausführungsform des Verfahrens zur Beurteilung einer Fahrzeugkollision gemäß der vorliegenden Erfindung verwendet werden, und stellt Ausgangssignalwellenformen von dem Beschleunigungssensor dar, um eine Beurteilung des Auftretens einer Kollision durchzuführen.

25 Fig. 14B zeigt schematisch Wellenformen, welche zum Erklären der Beurteilung einer Kollision in der zweiten Ausführungsform des Verfahrens zur Beurteilung einer Fahrzeugkollision gemäß der vorliegenden Erfindung verwendet werden, und stellt Ausgangssignalwellenformen von dem Beschleunigungssensor dar, um eine Beurteilung, daß keine Kollision aufgetreten ist, durchzuführen.

30 Fig. 15A zeigt schematisch Wellenformen, welche zum Erklären der Beurteilung einer Kollision in der zweiten Ausführungsform des Verfahrens zur Beurteilung einer Fahrzeugkollision gemäß der vorliegenden Erfindung verwendet werden, und stellt Ausgangssignalwellenformen von dem Beschleunigungssensor dar, um eine Beurteilung eines Auftretens einer Kollision zu machen.

35 Fig. 15B zeigt schematisch Wellenformen, welche zum Erklären der Beurteilung einer Kollision in der zweiten Ausführungsform des Verfahrens zum Beurteilen einer Fahrzeugkollision gemäß der vorliegenden Erfindung verwendet werden, und stellt Ausgangssignalwellenformen von dem Beschleunigungssensor dar, um eine Beurteilung durchzuführen, daß keine Kollision aufgetreten ist.

40 Fig. 16A zeigt schematisch Wellenformen, welche zum Erklären der Beurteilung einer Kollision in der zweiten Ausführungsform des Verfahrens zur Beurteilung einer Fahrzeugkollision gemäß der vorliegenden Erfindung verwendet werden, und stellt Ausgangssignalwellenformen von dem Beschleunigungssensor dar, um eine Beurteilung des Auftretens einer Kollision zu machen.

45 Fig. 16B zeigt schematisch Wellenformen, welche zum Erklären der Beurteilung einer Kollision in der zweiten Ausführungsform des Verfahrens zum Beurteilen einer Fahrzeugkollision gemäß der vorliegenden Erfindung verwendet werden, und stellt Ausgangssignalwellenformen von dem Beschleunigungssensor dar, um eine Beurteilung durchzuführen, daß keine Kollision aufgetreten ist.

50 Das Verfahren zum Beurteilen einer Fahrzeugkollision gemäß der vorliegenden Erfindung wird mit Bezug auf die Ausführungsformen beschrieben.

Fig. 1 zeigt ein Blockdiagramm, welches ein System einer Ausführungsform einer Kollisionsbeurteilungseinrichtung darstellt, bei welcher eine erste Ausführungsform des Verfahrens zur Beurteilung einer Fahrzeugkollision gemäß der vorliegenden Erfindung angewandt wird.

55 Ein Beschleunigungssensor 1, ein Filter 2, ein Mikrocomputer 10A und eine Airbag-Treiberschaltung 11 sind an einem Fahrzeug, das mit unterbrochene Linien in Fig. 1 gezeigt ist, getragen.

Ein Ausgangssignal von dem Beschleunigungssensor 1 wird zu dem Filter 2 geleitet, das zum Vermeiden einer Rückfaltung oder Überlappungsverzerrung vorgesehen ist. Eine Ausgabe von dem Filter 2 wird zu dem Mikrocomputer 10A geleitet.

60 Der Mikrocomputer 10A umfaßt Funktionen einer A/D-Wandlereinheit 3 zum Eingeben des Ausgangssignals von dem Filter 2 in dieses und zum Abtasten des Ausgangssignals von dem Filter 2 mit vorbestimmten Abtastzyklen, um dieses in digitale Daten umzuwandeln, einer Beschleunigungsdatenverarbeitungseinheit 4 zum Empfangen der digitalen Daten, welche durch die Umwandlung durch die A/D-Wandlereinheit erhalten werden, und zum Durchführen einer Konversionsverarbeitung, wie beispielsweise die Anwendung eines Bias-Wertes, um einen Wert der Digitaldaten zu setzen, welcher einer Beschleunigung von null entspricht, einer Hadamard-Transformationseinheit 5 für die Hadamard-Transformation einer Ausgabe von der Beschleunigungsdatenverarbeitungseinheit 4, um diese Ausgabe in Frequenzkomponenten zu zerlegen, einer Schwellenausgabeeinheit 6 zum Ausgeben von Schwellendaten, welche vorher entsprechend dem Fahrzeug gespeichert worden sind, und einer Kollisionsbeurteilungseinheit 8 zum Beurteilen einer Kollision durch Vergleichen von Pegelwerten der Frequenzkomponenten, welche durch Konversion durch die Hadamard-Transformationseinheit 5 erhalten werden, mit den von der Schwellenausgabeeinheit 6 ausgegebenen Schwellendaten.

65 In dieser Ausführungsform wird das Ausgangssignal von dem Beschleunigungssensor 1 als Intervalldatenwellenformen erhalten, welche während Intervallfenstern ausgegeben werden, die jeweils eine vorbestimmte Intervallbreite von einer Mehrzahl von Abtastzyklen aufweisen und als diejenigen vorgesehen sind, die jeweils nachfolgend um einen Abtastzyklus verzögert sind. Die Hadamard-Transformationseinheit 5 führt eine Hadamard-Transformation der Intervalldatenwellenform jedes Intervallfensters durch und zerlegt diese in Frequenzkomponenten. Die Schwellenausgabeschaltung 6 liefert Schwellendaten, welche für jede der vorbestimmten Frequenzkomponenten eingerichtet sind, entsprechend dem Fahrzeug. Die Kollisionsbeurteilungseinheit 8 vergleicht den Pegelwert für jede der Frequenzkomponenten, welche durch die Hadamard-Transformationseinheit

5 zerlegt worden sind, mit den von der Schwellenausgabeeinheit 6 ausgegebenen Schwellendaten, so daß eine Ausgabe einer Beurteilung des Auftretens einer Kollision ausgegeben wird, wenn der Pegelwert der Frequenzkomponente höher ist als die Schwellendaten.

Die Ausgabe von der Kollisionsbeurteilungseinheit 8 wird zu der Airbag-Treiberschaltung 11 geleitet. Ein Airbag wird beruhend auf der Ausgabe von der Kollisionsbeurteilungseinheit 8 aufgeblasen, welche ausgegeben wird, wenn die Beurteilung des Auftretens einer Kollision gemacht wird.

Zunächst wird die Hadamard-Transformation erklärt. Im allgemeinen ist ein Verfahren zum Umwandeln diskreter Zeitsignale verfügbar, worin X und Y als Spaltenvektoren gegeben sind, welche Elemente von N Einzelwerten von Daten sowie Lineartransformationskoeffizienten derselben umfassen. Die Spaltenvektoren X und Y sind durch die folgenden Ausdrücke (1) bzw. (2) gegeben.

$$X = \begin{bmatrix} X(0) \\ X(1) \\ \vdots \\ X(N-1) \end{bmatrix} \quad \dots \quad (1)$$

$$Y = \begin{bmatrix} Y(0) \\ Y(1) \\ \vdots \\ Y(N-1) \end{bmatrix} \quad \dots \quad (2)$$

worin X und Y Matrizen jeweils mit n Zeilen und einer Spalte sind.

Sowohl X als auch Y kann durch eine lineare Transformation, die in dem folgenden Ausdruck (3) gezeigt ist, durch Verwendung einer Transformationsmatrix A ausgedrückt werden, welche N Zeilen und N Spalten aufweist.

$$Y = AX \quad (3)$$

Die Hadamard-Transformation verwendet als die Transformationsmatrix A eine normierte Matrix umfassend Elemente von Walsh-Funktionen, umfassend lediglich (1, -1). Die Hadamard-Transformation umfaßt verschiedene Typen; es wird jedoch diese Ausführungsform beschrieben, während die Hadamard-Transformation auf den sogenannten Standardtyp beschränkt ist. Es wird nun angenommen, daß die Hadamard-Matrix, welche N Zeilen und N Spalten aufweist, durch $[H_n]$ wiedergegeben ist. Eine minimale Hadamard-Matrix ist quadratisch und ist durch den folgenden Ausdruck (4) gegeben.

$$[H_2] = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix} \quad \dots \quad (4)$$

Eine quadratische Hadamard-Matrix $[H_4]$ wird dadurch erhalten, daß $[H_2]$ 1 entspricht, und durch Ermöglichen, daß $[-H_2]$ in der rechten Seite des Ausdrucks (4) -1 entspricht, was durch den folgenden Ausdruck (5) gegeben ist.

$$[H_4] = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} H_2 & H \\ H_2 & -H_2 \end{bmatrix} = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \end{bmatrix} \quad \dots \quad (5)$$

In der gleichen Art und Weise, wie vorangehend beschrieben, ist eine Hadamard-Matrix des Grads acht $[H_8]$ durch die folgende Gleichung (6) gegeben.

5

10

15

20

25

35

40

45

50

55

60

65

$$[H_4] = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} H_4 & H_4 \\ H_4 & -H_4 \end{bmatrix}$$

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

$$= \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 & 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 & 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 & 1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & -1 & -1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 & -1 & 1 & -1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 & -1 & -1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 & -1 & 1 & 1 & -1 \end{bmatrix} \quad \dots (6)$$

Wie vorangehend beschrieben, ist eine Hadamard-Matrix des Grads 2^n (n ist eine positive ganze Zahl) durch eine Rekursionsformel wiedergegeben, und somit kann der Grad der Transformationsmatrix auf diese Art und Weise erhöht werden. Die Hadamard-Matrix ist eine quadratische Matrix, in welcher alle Zeilenvektoren oder Spaltenvektoren orthogonal zueinander stehen. Die Fourier-Transformation verwendet trigonometrische Funktionen als die orthogonalen Funktionen, während die Hadamard-Transformation Walsh-Funktionen verwendet.

Wie vorangehend beschrieben, ist im Falle der Hadamard-Transformation jede Zeile der Hadamard-Matrix eine Walsh-Funktion, in der gleichen Art und Weise wie diejenigen, die im Falle der Fourier-Transformation durch trigonometrische Funktionen wiedergegeben sind. Die Walsh-Funktion weist Eigenschaften auf, welche denjenigen der trigonometrischen Funktion gleichen.

Die Reihenfolge der jeweiligen Zeilen in der Hadamard-Matrix stimmt nicht mit der Reihenfolge der Frequenzkomponenten in dem Zeilenvektor überein. Eine Anzahl an Wiederholungen, mit welcher null in dem Zeilenvektor gekreuzt wird, ist als "Sequenz" bezeichnet. Für die Walsh-Funktion ist 1/2 (aufgerundet) der Anzahl an Wiederholungen, mit welcher null gekreuzt wird, als Sequenz bezeichnet. Die Sequenz entspricht der Frequenz der trigonometrischen Funktion.

Sequenzen, welche auf ersteren beruhen und den jeweiligen Zeilen in der Hadamard-Matrix entsprechen, können wir folgt bestimmt werden. Eine Erklärung wird beispielhaft mit Bezug auf die Hadamard-Matrix des Grads 8 unter Bezugnahme auf die Tabelle 1 gegeben.

Reihenfolge	Ausdrücken durch binäre Zahl	Bit-Konversion	Ausdrücken der Sequenz durch binäre Zahl	Reihenfolge der Sequenzen
0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0
1	0 0 1	1 0 0	1 1 1	7
2	0 1 0	0 1 0	0 1 1	3
3	0 1 1	1 1 0	1 0 0	4
4	1 0 0	0 0 1	0 0 1	1
5	1 0 1	1 0 1	1 1 0	6
6	1 1 0	0 1 1	0 1 0	2
7	1 1 1	1 1 1	1 0 1	5

Nun werden die Inhalte der Beschreibung in jeder Spalte in Tabelle 1 erklärt.

Die mit "Reihenfolge" (Ordnung) in Tabelle 1 bezeichnete Spalte zeigt unter Verwendung einer Zahl von oben her, die Reihenfolge bzw. Ordnung der Zeilenvektoren der Hadamard-Matrix. Die mit "ausgedrückt durch binäre Zahl" in Tabelle 1 bezeichnete Spalte drückt durch Verwendung einer binären Zahl die Zahl aus, welche die Reihenfolge bzw. Ordnung von oben her der Zeilenvektoren der Hadamard-Matrix anzeigt. Die mit "Bit-Konversion" in Tabelle 1 bezeichnete Spalte wird durch Sortieren von Bits der binären Zahl, welche in der Spalte

"ausgedrückt durch binäre Zahl" beschrieben ist, in einer Letzte-Rein-Erste-Raus-Reihenfolge der Bits erhalten. Die mit "Ausdrücken der Sequenz durch binäre Zahl" bezeichnete Spalte in Tabelle 1 wird durch Beschreiben eines Werts von MSB der binären Zahl, welche in der mit "Bit-Konversion" bezeichneten Spalte angegeben ist, als einen Wert von MSB (Most Significant Bit), so wie, er ist, erhalten, durch Beschreiben eines Wertes, der zu MSB der binären Zahl wird, die in der Spalte "Ausdrücken der Sequenz durch binäre Zahl" wiedergegeben ist, wenn er zusammen mit einem Wert von (MSB - 1) der binären Zahl, welche in der Spalte "Bit-Konversion" angegeben ist, einer Exklusiv-ODER-Operation unterzogen wird, als ein Wert von (MSB-1) in der durch Ausdrücken der Sequenz durch binäre Zahl" bezeichneten Spalte, durch Beschreiben eines Wertes, welcher zu (MSB-1) der binären Zahl wird, welche in der Spalte "Ausdrücken der Sequenz durch binäre Zahl" wiedergegeben ist, wenn dieser zusammen mit einem Wert von (MSB-2 = LSB (Least Significant Bit)) der binären Zahl, welche in der Spalte "Bit-Konversion" wiedergegeben ist, einer Exklusiv-ODER-Operation unterzogen wird, als ein Wert von (MSB-2 = LSB) in der mit "Ausdrücken der Sequenz durch binäre Zahl" bezeichneten Spalte. Die mit "Reihenfolge der Sequenzen" in der Tabelle 1 bezeichnete Spalte ist durch Umwandeln der binären Zahl, welche in der mit "Ausdrücken der Sequenz durch binäre Zahl" bezeichneten Spalte wiedergegeben ist, als eine Dezimalzahl ausgedrückt.

Wenn die Reihenfolge der Sequenzen bestimmt ist, dann kann die Transformation von denjenigen von "Bit-Konversion" in diejenigen von "Ausdrücken der Sequenz durch binäre Zahl" gemäß Operationen, welche auf den folgenden Ausdrücken (7) und (8) beruhen, durchgeführt werden.

$$bL = gL \quad (7)$$

$$bk + 1 = gk \oplus bk \quad (8)$$

In den Ausdrücken (7) und (8) ist jedes der Bits der binären Zahl, mit Ausnahme für MSB in der mit "Bit-Konversion" bezeichneten Spalte wiedergegeben durch $gk (k = 1, 2, \dots, L - 1)$ und MSB ist wiedergegeben durch gL . Jedes der Bits der binären Zahl, mit Ausnahme für MSB in der mit "Ausdrücken der Sequenz der binären Zahl" bezeichneten Spalte ist wiedergegeben durch $bk (k = 1, 2, \dots, L - 1)$ und MSB ist wiedergegeben durch bL . In dem Ausdruck (8) bezeichnet das Symbol, welches durch ein "+" in einem Kreis dargestellt ist, ein exklusives ODER.

Gemäß der vorangehenden Operation ist es möglich, die Reihenfolge der Sequenzen bezüglich der Reihenfolge der Zeilenvektoren der Hadamard-Matrix zu kennen. Daher sind Ergebnisse der Hadamard-Transformation $Y(0)$ bis $Y(7)$ des Datenfelds $x(0)$ bis $x(7)$ wie in Fig. 2 gezeigt durch Verwendung des Ausdrucks (6) bestimmt. In Fig. 2 sind die auf der rechten Seite dargestellten in Übereinstimmung mit der Sequenz oder Reihenfolge der Sequenzen angeordnet. Der Koeffizient $(1/2)$, welcher allgemein mit den Ausdrücken (4) bis (6) multipliziert wird, wird vernachlässigt.

Die Ergebnisse der in Fig. 2 gezeigten Hadamard-Transformation sind durch die folgenden Ausdrücke (9-1) bis (9-8) wiedergegeben.

$$Y(0) = X(0) + X(1) + X(2) + X(3) + X(4) + X(5) + X(6) + X(7) \quad (9-1)$$

$$Y(7) = X(0) - X(1) + X(2) - X(3) + X(4) - X(5) + X(6) - X(7) \quad (9-2)$$

$$Y(3) = X(0) + X(1) - X(2) - X(3) + X(4) + X(5) - X(6) - X(7) \quad (9-3)$$

$$Y(4) = X(0) - X(1) - X(2) + X(3) + X(4) - X(5) - X(6) + X(7) \quad (9-4)$$

$$Y(1) = X(0) + X(1) + X(2) + X(3) - X(4) - X(5) - X(6) - X(7) \quad (9-5)$$

$$Y(6) = X(0) - X(1) + X(2) - X(3) - X(4) + X(5) - X(6) + X(7) \quad (9-6)$$

$$Y(2) = X(0) + X(1) - X(2) - X(3) - X(4) - X(5) + X(6) + X(7) \quad (9-7)$$

$$Y(5) = X(0) - X(1) - X(2) + X(3) - X(4) + X(5) + X(6) - X(7) \quad (9-8).$$

Die Ausdrücke (9-1) bis (9-8) enthalten eine Reihenfolge von Sequenzen, in welcher die Frequenz beginnend vom Ausdruck (9-1) zu den Ausdrücken (9-5), (9-7), (9-3), (9-4), (9-8), (9-6) und (9-2) sukzessive erhöht wird. $Y(0)$ gibt eine Gleichstromkomponente wieder (oder einen Änderungsbetrag der Geschwindigkeit pro Zeiteinheit im Falle einer Kollision G einer Karosserie). $Y(1)$ gibt eine Komponente wieder, welche einer Sinuswelle mit einer Frequenz entspricht, die der Gleichstromkomponente folgt. $Y(2)$ gibt eine Komponente wieder, welche einer Kosinuswelle mit einer Frequenz entspricht, die der Gleichstromkomponente folgt. Höhere Frequenzkomponenten sind gemäß einem Übergang auf $Y(3)$, $Y(4)$, $Y(5)$, $Y(6)$ und $Y(7)$ gegeben. Jeder der Werte von $Y(0)$ bis $Y(7)$ entspricht einem Pegelwert der Frequenzkomponente.

Wie aus den Ausdrücken (9-1) bis (9-8), welch vorangehend beschrieben sind, klar hervorgeht, beruht die Frequenzanalyse durch Verwendung der Hadamard-Transformation auf der Operation, welche durch Verwendung lediglich einer Addition oder Subtraktion durchgeführt werden kann. Daher kann die Verarbeitung mit hoher Geschwindigkeit durchgeführt werden. Als Ergebnis daraus ist es nicht erforderlich, einen Hochgeschwindigkeits-Digitalprozessor zu verwenden, welcher ansonsten zur Durchführung der herkömmlichen Fourier-Transformation erforderlich wäre.

Beruhend auf der vorangehenden Erklärung wird nachfolgend die Beurteilung der Fahrzeugkollision gemäß dieser Ausführungsform beschrieben.

Das Ausgangssignal von dem Beschleunigungssensor, welches durch das Filter 2 eingegeben wird, wird in 16-Bit-Daten in der A/D-Wandlereinheit 3 umgewandelt. Die umgewandelten 16-Bit-Daten werden einer Konversionsverarbeitung auf der Grundlage einer Beschleunigung von null in der Beschleunigungsdatenverarbeitungseinheit 4 unterzogen. Die der Beschleunigungsdatenverarbeitung unterzogenen 16-Bit-Daten werden mit einer Hadamard-Matrix des Grads 16 in der Hadamard-Transformationseinheit 5 einer Hadamard-Transformation unterzogen und in Frequenzkomponenten zerlegt.

Die Hadamard-Matrix des Grads 16 [H_{16}] ist durch den folgenden Ausdruck (10) gegeben.

10

15

20

25

30

$$[H_{16}] = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 & 1 & -1 & 1 & -1 & 1 & -1 & 1 & -1 & 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 & 1 & 1 & 1 & -1 & 1 & 1 & 1 & -1 & 1 & 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 & 1 & -1 & -1 & 1 & 1 & -1 & -1 & 1 & 1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & -1 & -1 & -1 & 1 & 1 & 1 & 1 & -1 & -1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 & -1 & 1 & 1 & 1 & -1 & 1 & -1 & -1 & 1 & 1 & -1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 & -1 & -1 & 1 & 1 & 1 & 1 & -1 & -1 & -1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & -1 & -1 & 1 & 1 & -1 & 1 & -1 & 1 & -1 & 1 & 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 & 1 & -1 & 1 & -1 & 1 & 1 & -1 & 1 & -1 & 1 & -1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 & 1 & 1 & -1 & -1 & 1 & 1 & 1 & -1 & -1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 & 1 & -1 & -1 & 1 & 1 & 1 & 1 & -1 & -1 & 1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & -1 & -1 & -1 & -1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 & -1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & -1 & -1 & 1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 & -1 & -1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 & -1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \quad \dots (10)$$

Ergebnisse der Hadamard-Transformation mit der Hadamard-Matrix des Grads 16 sind durch die folgenden Ausdrücke (11-1) bis (11-16) gegeben.

35

40

45

50

55

60

65

$$\begin{aligned}
 Y(0) &= X(0) + X(1) + X(2) + X(3) + X(4) + X(5) + X(6) + X(7) + X(8) + X(9) + X(10) + X(11) + X(12) + X(13) + X(14) + X(15) & \dots \dots (11-1) \\
 Y(15) &= X(0) - X(1) + X(2) - X(3) + X(4) - X(5) + X(6) - X(7) + X(8) - X(9) + X(10) - X(11) + X(12) - X(13) + X(14) - X(15) & \dots \dots (11-2) \\
 Y(1) &= X(0) + X(1) - X(2) - X(3) + X(4) + X(5) - X(6) - X(7) + X(8) + X(9) - X(10) - X(11) + X(12) + X(13) - X(14) - X(15) & \dots \dots (11-3) \\
 Y(8) &= X(0) - X(1) - X(2) + X(3) + X(4) - X(5) - X(6) + X(7) + X(8) - X(9) - X(10) + X(11) + X(12) - X(13) - X(14) + X(15) & \dots \dots (11-4) \\
 Y(3) &= X(0) + X(1) + X(2) + X(3) - X(4) - X(5) - X(6) - X(7) + X(8) + X(9) + X(10) + X(11) - X(12) - X(13) - X(14) - X(15) & \dots \dots (11-5) \\
 Y(12) &= X(0) - X(1) + X(2) - X(3) - X(4) + X(5) - X(6) + X(7) + X(8) - X(9) + X(10) - X(11) - X(12) + X(13) - X(14) + X(15) & \dots \dots (11-6) \\
 Y(4) &= X(0) + X(1) - X(2) - X(3) - X(4) - X(5) + X(6) + X(7) + X(8) + X(9) - X(10) - X(11) - X(12) - X(13) + X(14) + X(15) & \dots \dots (11-7) \\
 Y(11) &= X(0) - X(1) - X(2) + X(3) - X(4) + X(5) + X(6) - X(7) + X(8) - X(9) - X(10) + X(11) - X(12) + X(13) + X(14) - X(15) & \dots \dots (11-8) \\
 Y(1) &= X(0) + X(1) + X(2) + X(3) + X(4) + X(5) + X(6) + X(7) - X(8) - X(9) - X(10) - X(11) - X(12) - X(13) - X(14) - X(15) & \dots \dots (11-9) \\
 Y(14) &= X(0) - X(1) + X(2) - X(3) + X(4) - X(5) + X(6) - X(7) - X(8) + X(9) - X(10) + X(11) - X(12) + X(13) - X(14) + X(15) & \dots \dots (11-10) \\
 Y(6) &= X(0) + X(1) - X(2) - X(3) + X(4) + X(5) - X(6) - X(7) - X(8) - X(9) + X(10) + X(11) - X(12) + X(13) + X(14) - X(15) & \dots \dots (11-11) \\
 Y(9) &= X(0) - X(1) - X(2) + X(3) + X(4) - X(5) - X(6) - X(7) - X(8) + X(9) + X(10) - X(11) - X(12) + X(13) + X(14) - X(15) & \dots \dots (11-12) \\
 Y(2) &= X(0) + X(1) + X(2) + X(3) - X(4) - X(5) - X(6) - X(7) - X(8) - X(9) - X(10) - X(11) + X(12) + X(13) + X(14) + X(15) & \dots \dots (11-13) \\
 Y(13) &= X(0) - X(1) + X(2) - X(3) - X(4) + X(5) - X(6) - X(7) - X(8) + X(9) - X(10) + X(11) + X(12) + X(13) - X(14) - X(15) & \dots \dots (11-14) \\
 Y(5) &= X(0) + X(1) - X(2) - X(3) - X(4) - X(5) + X(6) + X(7) - X(8) - X(9) + X(10) + X(11) + X(12) - X(13) - X(14) - X(15) & \dots \dots (11-15) \\
 Y(10) &= X(0) - X(1) - X(2) + X(3) - X(4) + X(5) + X(6) - X(7) - X(8) + X(9) + X(10) - X(11) + X(12) + X(13) - X(14) + X(15) & \dots \dots (11-16)
 \end{aligned}$$

Im Vorangehenden ist die Reihenfolge der Sequenzen $Y(0)$, $Y(1)$ bis $Y(15)$.
Nachfolgend wird die Hadamard-Transformation speziell beschrieben.

Die Ausgangsdaten von der A/D-Wandlereinheit 3, welche eine Zeitbreite von 16 Abtastzyklen aufweisen und

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

während der Intervallfenster ausgegeben werden, von welchen jedes nachfolgend durch einen Abtastzyklus verzögert ist, werden der Beschleunigungskonversionsverarbeitung in der Beschleunigungsdatenverarbeitungseinheit 4 unterzogen. Die Ausgangsdaten von der Beschleunigungsdatenverarbeitungseinheit 4 werden mittels der Hadamard-Transformation in Frequenzen zerlegt. D.h. ein Datenfeld $X(k)$ ($k=0-15$), welches 16 aufeinanderfolgenden Abtastungen entspricht, wird als ein Block verwendet. Somit wird ein Datenfeld $Y(k)$ ($k=0-15$), welches der Frequenzzerlegung mittels der Hadamard-Transformation des Grads 16 unterzogen ist, erhalten.

Der Pegelwert der Frequenzkomponente wird nachfolgend als "Hadamard-Transformationsdaten (K)" oder als "Pegelwert der Frequenzkomponente (K)" bezeichnet, wenn nötig.

Nachfolgend wird eine Datenmenge, welche 16 aufeinanderfolgenden Abtastungen entspricht, die um einen Abtastzyklus verzögert sind, als ein Block verwendet, um eine Zerlegung in Frequenzkomponenten durch Verwendung der Hadamard-Matrix des Grads 16 durchzuführen. Die Operation wird sukzessive in der vorangehend beschriebenen Art und Weise wiederholt. Die Pegelwerte der Frequenzkomponenten, welche durch die Hadamard-Transformation erhalten werden, werden als Kollisionsbeurteilungsdaten verwendet, welche, wie nachfolgend separat beschrieben, zur Beurteilung einer Kollision herangezogen werden.

Zustände der Frequenzzerlegung beruhend auf der Hadamard-Transformation werden mit Bezug auf die Fig. 3A bis 3C, Fig. 4A bis 4C und Fig. 5A bis 5C beschrieben.

Die Fig. 3A bis 3C zeigen schematisch die Beziehung zwischen Intervallfenstern und der Wellenform des Ausgangssignals von dem Beschleunigungssensor 1, welches durch die Beschleunigungsdatenverarbeitungseinheit 4 zur Hadamard-Transformationseinheit 5 geleitet wird. Die Fig. 3A zeigt ein Intervallfenster mit einer Zeitbreite von 16 Abtastzyklen auf der Basis des Starts der Beurteilung einer Kollision. Ein Intervallfenster, welches in Fig. 3B gezeigt ist, ist um einen Abtastzyklus bezüglich des in Fig. 3A gezeigten Intervallfensters verzögert. Ein in Fig. 3C gezeigtes Intervallfenster ist um 15 Abtastzyklen bezüglich des in Fig. 3A gezeigten Intervallfensters verzögert.

Die Fig. 4A, 4B und 4C entsprechen den Fig. 3A, 3B bzw. 3C und stellen jeweils eine Ausgangssignalwellenform von dem Beschleunigungssensor dar, welche einem Block entspricht, der der Hadamard-Transformation zu unterziehen ist.

Die Fig. 5A, 5B und 5C entsprechen den Fig. 4A, 4B bzw. 4C und stellen jeweils Pegelwerte jeweiliger Frequenzkomponenten, die durch Frequenzzerlegung der in den in den Fig. 3A, 3B und 3C erhaltenen Intervallfenstern enthaltenen Wellenformen und durch Anordnen der erhaltenen Ergebnisse in der Reihenfolge (Ordnung) der Frequenzen erhalten werden. Wenn die Pegelwerte durch Ausrichten derselben in der Richtung der Zeitachse dargestellt werden, dann wird eine Reihenfolge der Sequenzen von $Y(0), Y(1), \dots, Y(15)$ erhalten, wie in Fig. 6 gezeigt.

Nachfolgend wird die Beurteilung einer Kollision erklärt. Die Fig. 7A zeigt eine Wellenform eines Ausgangssignals von dem Beschleunigungssensor 1, das erhalten wird, wenn das Fahrzeug bei der ersten Ausführungsform in eine Kollision verwickelt ist. Eine Beurteilung des Auftretens einer Kollision muß innerhalb einer Zeit T ab dem Beginn der Kollision durchgeführt werden.

Die Wellenform des Ausgangssignals von dem Beschleunigungssensor 1, welche in Fig. 7A gezeigt ist, wird einer Frequenzzerlegung mit der Hadamard-Matrix des Grads 16 unterzogen, um die Konversionsergebnisse zu erhalten. Unter diesen sind 7 Pegelwerte von Frequenzkomponenten, welche von denjenigen mit niedrigeren Frequenzen (jeweilige Werte von $Y(0)$ bis $Y(6)$) reichen, in Fig. 7A durch Wellenformen a1 bis a3 gezeigt und in Fig. 8A durch Wellenformen a1 bis a4. D.h. die Wellenformen a1 bis a3 in Fig. 7A und die Wellenformen a1 bis a4 in Fig. 8A geben die jeweiligen Pegelwerte $Y(0)$ bis $Y(6)$ in der Richtung der Zeitachse in Fig. 6 wieder.

Andererseits speichert die Schwellenausgabeeinheit 6 vorher bereits Schwellen $TH(0)$ bis $TH(6)$ für die Frequenzkomponenten, welche $Y(0)$ bis $Y(6)$ entsprechen, so wie für das Fahrzeug spezifiziert. Die entsprechenden Schwellen $TH(0)$ bis $TH(6)$ werden durch die Kollisionsbeurteilungseinheit 8 mit den entsprechenden Pegelwerten der Frequenzkomponenten verglichen, d. h. den Werten $Y(0)$ bis $Y(6)$. Wenn der Pegelwert der Frequenzkomponente nicht kleiner als die Schwelle ist, dann wird eine Beurteilung dahingehend getroffen, daß eine Kollision des Fahrzeugs aufgetreten ist.

Andererseits gibt eine in Fig. 7B gezeigte Wellenform b eine Wellenform eines Ausgangssignals von dem Beschleunigungssensor 1 wieder, die erhalten wird, wenn das Fahrzeug in dieser Ausführungsform nicht in eine Kollision verwickelt ist, beispielsweise wenn das Fahrzeug auf einen Gehsteig auf fährt.

Die Wellenform des Ausgangssignals von dem Beschleunigungssensor 1, welche in Fig. 7B gezeigt ist, wird ebenso einer Frequenzzerlegung mit der Hadamard-Matrix des Grads 16 unterzogen, um die Konversionsergebnisse zu erhalten. Unter diesen sind 7 Pegelwerte von Frequenzkomponenten, die von denjenigen mit niedrigeren Frequenzen her reichen (jeweilige Werte von $Y(0)$ bis $Y(6)$) durch Wellenformen b1 bis b3 in Fig. 7B gezeigt und sind durch Wellenformen b1 bis b4 in Fig. 8B gezeigt. Die Wellenformen b1 bis b3 in Fig. 7B und die Wellenformen b1 bis b4 in Fig. 8B werden in der gleichen Art und Weise erhalten, wie die Wellenformen a1 bis a3 in Fig. 7A und die Wellenformen a1 bis a4 in Fig. 8A.

Die entsprechenden Schwellen $TH(0)$ bis $TH(6)$ werden mit den Pegelwerten der Frequenzkomponenten verglichen, welche für die Wellenform des Ausgangssignals von dem Beschleunigungssensor 1 erhalten werden, das als die Wellenform b in Fig. 7b gezeigt ist, d. h. den Werten von $Y(0)$ bis $Y(6)$. Wenn der Pegelwert der Frequenzkomponente nicht kleiner ist als die Schwelle, dann wird eine Beurteilung dahingehend getroffen, daß eine Fahrzeugkollision aufgetreten ist.

Die Ergebnisse der vorangehenden Beurteilung sind in der folgenden Tabelle 2 gezeigt.

Tabelle 2

Pegelwert der Frequenzkomponente	Wellenform einer Kollision (s. Fig. 7A)	Wellenform einer Nicht-Kollision (s. Fig. 7B)
Y (0)	Verzögerung*	aus
Y (1)	Verzögerung*	aus
Y (2)	an	aus
Y (3)	Verzögerung*	aus
Y (4)	Verzögerung*	aus
Y (5)	an	aus
Y (6)	an	aus

Verzögerung*: Verzögerung in der Beurteilung, daß eine Kollision aufgetreten ist.

In Tabelle 2 gibt die Anzeige "an" wieder, daß eine Beurteilung des Auftretens einer Kollision innerhalb der Zeit T durchgeführt wird. Die Anzeige "aus" gibt an, daß kein Abschnitt vorhanden ist, der die Schwelle überschreitet und keine Beurteilung des Auftretens einer Kollision durchgeführt wird. Daher ist es selbstverständlich, daß der Beurteilungsstandard betreffend die Kollision durch die Werte von Y(2), Y(5) und Y(6) bezüglich des Fahrzeugs, wie vorangehend beschrieben, erfüllt ist.

Daher können im Falle des vorangehend beschriebenen Fahrzeugs die folgenden Operationen zufriedenstellend sein. D.h. die Schwellen von TH(2), TH(5) und TH(6) werden in der Schwellenausgabeeinheit 6 gesetzt. Die Werte von Y(2), Y(5) und Y(6) werden von der Hadamard-Transformationseinheit 5 ausgegeben. Somit wird die Kollisionsbeurteilungseinheit 8 zum Vergleichen der Schwellen TH(2), TH(5) und TH(6) mit den Werten von Y(2), Y(5) und Y(6) verwendet.

Gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird die Ausgangssignalwellenform von dem Beschleunigungssensor 1 durch die Hadamard-Transformation in Frequenzkomponenten zerlegt. Charakteristiken der Wellenform bei einer Kollision werden im wesentlichen von den erhaltenen Ergebnisses extrahiert, um die Beurteilung, daß eine Kollision aufgetreten ist, durchzuführen. Daher wird keine fehlerhafte Beurteilung durchgeführt, wenn die Beurteilung, ob eine Kollision aufgetreten ist oder nicht, durchgeführt wird. Ferner wird die Zerlegung in Frequenzkomponenten mittels der Hadamard-Transformation durchgeführt. Daher werden nur Additions- und Subtraktionsoperationen zur Zerlegung in die Frequenzkomponenten benötigt. Wenn die Zerlegung in die Frequenzkomponenten mit der gleichen Geschwindigkeit durchgeführt wird, wie diejenige des herkömmlichen Verfahrens, dann kann die Beurteilung, ob eine Kollision aufgetreten ist, ohne Verwendung eines digitalen Signalprozessors zur Durchführung von Hochgeschwindigkeitsverarbeitungen durchgeführt werden, welcher ansonsten für das herkömmliche Verfahren erforderlich wäre.

Die Fig. 9 zeigt ein Blockdiagramm, das ein System einer Ausführungsform einer Einrichtung darstellt, an welcher eine zweite Ausführungsform des Verfahrens zum Beurteilen einer Fahrzeugkollision gemäß der vorliegenden Erfindung angewandt wird.

Ein Beschleunigungssensor 1, ein Filter 2, ein Mikrocomputer 10B und eine Airbag-Treiberschaltung 11 sind an einem mit gestrichelten Linien in Fig. 9 gezeigten Fahrzeug getragen.

Ein Ausgangssignal von dem Beschleunigungssensor 1 wird in das Filter 2 eingegeben, welches zum Verhindern einer Rückfaltung bzw. Überfaltungsverzehrung vorgesehen ist. Eine Ausgabe von dem Filter 2 wird in den Mikrocomputer 10B eingegeben.

Der Mikrocomputer 10B umfaßt Funktionen einer A/D-Wandlereinheit 3 zum Eingeben des Signals von dem Filter 2 in diese und zum Umwandeln der Ausgabe von dem Filter 2 in digitale Daten, einer Beschleunigungsdatenverarbeitungseinheit 4 zum Empfangen der digitalen Daten, welche durch Konvertieren durch die A/D-Wandlereinheit 3 und durch Durchführen einer Konversionsverarbeitung erhalten werden, wie zum Beispiel der Anwendung eines Bias-Wertes, um einen Wert der digitalen Daten zu setzen, welcher einer Beschleunigung von null entspricht, einer Hadamard-Transformationseinheit 5 zur Durchführung einer Hadamard-Transformation an der Ausgabe von der Beschleunigungsdatenverarbeitungseinheit 4, um diese in Frequenzkomponenten zu zerlegen, einer Kollisionsreferenzdaten-Erzeugungseinheit 9 zum Erzeugen von Kollisionsreferenzdaten beruhend auf der Ausgabe von der Beschleunigungsdatenverarbeitungseinheit 4, einer Schwellenberechnungseinheit 7 zum Berechnen einer Kollisionsbeurteilungsschwelle beruhend auf einem Wert der Kollisionsreferenzdaten, welche durch die Kollisionsreferenzdaten-Erzeugungseinheit 9 erzeugt werden, und einer Kollisionsbeurteilungseinheit 8 zum Vergleich n von Pegelwerten der Frequenzkomponenten als Kollisionsbeurteilungsdaten, welche durch die Konversion durch die Hadamard-Transformationseinheit 5 erhalten werden, mit der Kollisionsbeurteilungsschwelle, welche durch die Schwellenberechnungseinheit 7 berechnet wird, so daß eine Beurteilung des Auftretens einer Kollision stattfindet, wenn der Pegelwert als die Kollisionsbeurteilungsdaten die

Kollisionsbeurteilungsschwellen überschreitet.

Die Ausgabe von der Kollisionsbeurteilungseinheit 8 wird zu der Airbag-Treiberschaltung 11 geleitet. Ein Airbag wird beruhend auf der Ausgabe von der Kollisionsbeurteilungseinheit 8 aufgeblasen, welche ausgegeben wird, wenn eine Beurteilung getroffen wird, daß eine Kollision aufgetreten ist.

5 Die gleiche Verarbeitung, wie diejenige, welche in der ersten Ausführungsform des Verfahrens zur Beurteilung einer Fahrzeugkollision gemäß der vorliegenden Erfindung durchgeführt wird, wird für die Verarbeitung der Beschleunigungskonversion in der Beschleunigungsdatenverarbeitungseinheit 4 und die Verarbeitung der Hadamard-Transformation in der Hadamard-Transformationseinheit 5 durchgeführt, wie mit Bezug auf die Fig. 2, 3A bis 3C, 4A bis 4C, 5A bis 5C und 6 beschrieben. Daher wird eine Erklärung dieser Verarbeitung hier weggelassen, um Wiederholungen zu vermeiden. Es wird nachfolgend eine Erklärung für die Verarbeitung zum Erzeugen der Kollisionsreferenzdaten gegeben, welche in der Kollisionsreferenzdaten-Erzeugungseinheit 9 durchgeführt wird, die Verarbeitung für die Berechnung der Schwelle, welche in der Schwellenberechnungseinheit 7 durchgeführt wird, und die Verarbeitung für die Beurteilung einer Kollision, welche in der Kollisionsbeurteilungseinheit 8 durchgeführt wird.

10 15 Wellenformen a, b in den Fig. 10A und 10B geben Wellenformen des Ausgangssignals von dem Beschleunigungssensor 1 in der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wieder.

20 25 Die Wellenformen des Ausgangssignals von dem Beschleunigungssensor 1, welche durch das Symbol a in Fig. 10A bezeichnet ist, ist eine Wellenform des Ausgangssignals von dem Beschleunigungssensor 1, die erhalten wird, wenn das Fahrzeug in eine Kollision eintritt. Eine Beurteilung des Auftretens einer Kollision muß innerhalb einer Zeit T ab dem Beginn der Kollision durchgeführt werden. Die Wellenform des Ausgangssignals von dem Beschleunigungssensor 1, welche durch das Symbol a in Fig. 10A wiedergegeben ist, wird der Frequenzzerlegung mit der Hadamard-Matrix des Grads 16 unterzogen, um die Umwandlungsergebnisse zu erhalten. Unter diesen sind 5 Pegelwerte von Frequenzkomponenten, welche von denjenigen mit niedrigeren Frequenzen bis zu denjenigen mit höheren Frequenzen reichen {jeweilige Werte Y(0) bis Y(4)} als Wellenformen a1 bis a2 in Fig. 10A und als Wellenformen a1 bis a3 in Fig. 11A gezeigt. D.h. die Wellenformen a1 bis a2 in Fig. 10A und die Wellenformen a1 bis a3 in Fig. 11A geben die jeweiligen Werte der Pegelwerte Y(0) bis Y(4) der Frequenzkomponenten wieder, welche in der Fig. 6 in Richtung der Zeitachse angegeben sind.

30 35 Andererseits ist eine Wellenform eines Ausgangssignals von dem Beschleunigungssensor 1, welche erhalten wird, wenn beurteilt werden sollte, daß das Fahrzeug nicht in eine Kollision verwickelt ist, beispielsweise wenn das Fahrzeug auf einen Gehsteig auffährt, in Fig. 10B durch eine Wellenform b gezeigt.

40 45 Die Wellenform des Ausgangssignals von dem Beschleunigungssensor 1, welche durch die Wellenform b in Fig. 10B gezeigt ist, wird ebenso der Frequenzzerlegung mit der Hadamard-Matrix des Grads 16 unterzogen, um die Umwandlungsergebnisse zu erhalten. Unter diesen sind 5 Pegelwerte von Frequenzkomponenten, welche von denjenigen mit niedrigerer Frequenz her reichen {jeweilige Werte von Y(0), Y(1), Y(2), Y(3), Y(4)} durch Wellenformen b1 bis b2 in Fig. 10B und durch Wellenformen b1 bis b3 in Fig. 11B gezeigt. Die Wellenformen b1 bis b2 in Fig. 10B und die Wellenformen b1 bis b3 in Fig. 11B werden in der gleichen Art und Weise wie die Wellenformen a1 bis a2 in Fig. 10A und die Wellenformen a1 bis a3 in Fig. 11A erhalten.

Diese Ausführungsform verwendet als die Kollisionsbeurteilungsdaten den Pegelwert Y(2) der Frequenzkomponente, welcher aus den Pegelwerten der Frequenzkomponenten ausgewählt worden ist.

50 Nachfolgend wird die Verarbeitung zum Erzeugen der Kollisionsreferenzdaten beschrieben, welche durch die Kollisionsreferenzdaten-Erzeugungseinheit 6 durchgeführt wird.

Ein Intervall-Integralwert, ein unendliches Integral-Wert und ein Differenzwert des Intervall-Integrals werden aus der Beschleunigungssignalwellenform beruhend auf den von der Beschleunigungsdatenbearbeitungseinheit 4 ausgegebenen Daten berechnet.

45 Der Intervall-Integralwert wird gemäß der in den Ausdrücken (12-1), (12-2) gezeigten Operation erhalten.

$$\text{Intervall-Integral-Wert} = \int_{t-w}^t G(t) dt \quad \dots \dots \dots (12-1)$$

50

$$55 \text{ Intervall-Integral-Wert} = \sum_{j=t-w}^t G_j \quad \dots \dots \dots (12-2)$$

60 65 Der Ausdruck (12-1) ist durch eine Form eines analogen Signals wiedergegeben. G(t) gibt das Ausgangssignal von dem Beschleunigungssensor 1 wieder, und ein Ergebnis wird durch Integration von der momentanen Zeit d über ein Intervall mit konstanter Breite erhalten, welche durch w wiedergegeben ist. Die konstante Zeitbreite w entspricht beispielsweise dem Zeitintervall des in Fig. 3 gezeigten Intervallfensters. Ferner wird angenommen, daß der Abtastzyklus Δt ist. Eine Integration wird von einer Zeit $(t + \Delta t)$, welche nachfolgend um einen Abtastzyklus verzögert ist, über das Intervall mit der konstanten Zeitbreite w durchgeführt. Nachfolgend wird in der vorangehend beschriebenen Art und Weise eine Integration über das Intervall durchgeführt, das den Fig. 3A, 3B, 3C entspricht, mit jeweils einer Abweichung von einem Abtastzyklus Δt , um Intervall-Integral-Werte zu stimmen.

Selbstverständlich ist die in der Referenzdaten-Erzeugungseinheit 9 durchgeführte Operation eine Operation,

welche auf der Verwendung von diskreten Werten beruht, welche beispielsweise durch den Ausdruck (12-2) ... wiedergegeben sein können. Wie aus dem Ausdruck (12-2) ferner hervorgeht, entsprechen die Ausdrücke (12-1), (12-2) ... der Zeitbreite des in Fig. 3 dieser Ausführungsform gezeigten Intervallfensters.

Der Pegelwert $Y(0)$ der Frequenzkomponente kann als der Intervall-Integral-Wert verwendet werden, anstelle des Intervall-Integral-Wertes, welcher auf den Ausdrücken (12-1), (12-2) beruht. Nachfolgend wird ein unendliches Integral-Wert durch aufeinanderfolgendes Hinzufügen von Beschleunigungswerten erhalten, beginnend von der Abtaststartzeit = 0 für das Ausgangssignal von dem Beschleunigungssensor 1. Der unendliches Integralk-Wert wird gemäß einer Operation bestimmt, welche in den folgenden Ausdrücken (13-1), (13-2) gezeigt ist. In dieser zweiten Ausführungsform wird, um irgendeinen Versatz, welcher aufgrund einer Dispersion des Beschleunigungssensors 1 erzeugt wird, zu entfernen, ein Wert verwendet, der durch Subtraktion eines Betrags von 1G erhalten wird. Wenn der unendliches Integral-Wert kleiner als 0 ist, dann wird 0 als ein unendliches Integral-Wert verwendet. Hinsichtlich des hier verwendeten Ausdrucks "unendliches Integral" ist anzumerken, daß dieser Ausdruck unendliches Integral verwendet wird, da das Zeitintervall für die Integration nicht beschränkt ist, im Vergleich zu dem Intervall-Integral.

$$\text{unendliches Integral-Wert} = \int_0^t (G(t) - 1) dt \quad \dots \quad (13-1)$$

$$\text{unendliches Integral-Wert} = \sum_{j=0}^t (G_j - 1) \quad \dots \quad (13-2)$$

Der Ausdruck (13-1) ist in einer analogen Form wiedergegeben, während der Ausdruck (13-3) für diskrete Werte steht.

Ferner wird der Differenzwert des Intervall-Integrals bestimmt, wie in den folgenden Ausdrücken (14-1), (14-2) gezeigt. D.h. der Differenzwert wird durch Berechnen eines Werts einer Differenz zwischen einem ersten Intervall-Integral-Wert, welcher durch Integration von einer momentanen Zeit t über ein Intervall mit einer konstanten Zeitbreite w_1 erhalten wird, und einem zweiten Intervall-Integral-Wert erhalten, der durch Integration von einer bestimmten Zeit $t - w_1 - 1$ über ein Intervall einer konstanten Zeitbreite w_2 erhalten wird. In dieser Verarbeitung können die Zeitbreiten w_1 und w_2 einen identischen Wert aufweisen.

$$\text{Differenzwert des Intervall-Integrals} = \int_{t-w_1}^t G(t) dt - \int_{t-w_2}^{t-w_1-1} G(t) dt \quad \dots \quad (14-1)$$

$$\text{Differenzwert des Intervall-Integrals} = \sum_{j=t-w_1}^t G_j - \sum_{j=t-w_2}^{t-w_1-1} G_j \quad \dots \quad (14-2)$$

Der Ausdruck (14-1) ist in analoger Form wiedergegeben, während der Ausdruck (14-2) für diskrete Werte steht.

Der Intervall-Integral-Wert, welcher gemäß der vorangehend beschriebenen Operation für das Ausgangssignal von dem Beschleunigungssensor 1 erhalten wird, das durch eine Wellenform a in Fig. 12 gezeigt ist, ist durch eine Wellenform b in Fig. 12 gezeigt. Der unendliches Integral-Wert ist durch eine Wellenform c in Fig. 12 gezeigt, und der Differenzwert des Intervall-Integrals ist durch eine Wellenform d in Fig. 12 gezeigt. Die Wellenform a in Fig. 12 ist die gleiche wie die Wellenform a in Fig. 10A. Irgendeiner der Werte Intervall-Integral-Wert, unendliches Integral-Wert und Differenzwert des Intervall-Integrals kann als die Kollisionsreferenzdaten verwendet werden.

Nachfolgend wird ein Verfahren zur Beurteilung einer Kollision beruhend auf der Verwendung der Kollisionsreferenzdaten und der Kollisionsbeurteilungsdaten erklärt.

In dieser Ausführungsform wird der Differenzwert des Intervall-Integrals als der Wert der Kollisionsreferenzdaten verwendet, der Pegelwert $Y(2)$ der Frequenzkomponente wird als der Wert der Kollisionsbeurteilungsdaten verwendet, drei Pegel von Kollisionsbeurteilungsschwellen TH_1 bis TH_3 ($TH_1 < TH_2 < TH_3$) und drei Pegel von Kollisionsreferenzschwellen SW_1 bis SW_3 ($SW_1 < SW_2 < SW_3$) sind vorgesehen.

Zunächst wird die Verarbeitung zum Berechnen der Kollisionsbeurteilungsschwellen in der Kollisionsberech-

nungseinheit 7 und der Beurteilung, daß eine Kollision stattgefunden hat, mit Bezug auf die Fig. 13, 14A und 14B beschrieben.

In einer Kollisionsreferenzschwellen-Berechnungsroutine wird überprüft, ob der Wert der Kollisionsreferenzdaten die untere Grenzkollisionsreferenzschwelle SW1 überschreitet oder nicht (Schritt S1). Wenn in dem Schritt S1 beurteilt wird, daß der Wert der Kollisionsreferenzdaten kleiner ist als die untere Grenzkollisionsreferenzschwelle (SW1), dann wird nach dem Schritt S1 die obere Grenzkollisionsbeurteilungsschwelle TH3 gesetzt (Schritt S2). Wenn der Schritt S2 durchgeführt ist, dann ist der Wert der Kollisionsreferenzdaten kleiner als die untere Grenzkollisionsreferenzschwelle. Daher wird die obere Grenzkollisionsbeurteilungsschwelle TH3 gesetzt, welche auf einer Seite liegt, auf welcher keine Kollision auftritt.

Wenn in dem Schritt S1 beurteilt wird, daß der Wert der Kollisionsreferenzdaten die untere Grenzkollisionsreferenzschwelle SW1 überschreitet, dann wird nach dem Schritt S1 überprüft, ob der Wert der Kollisionsreferenzdaten die mittlere Kollisionsreferenzschwelle SW2 überschreitet oder nicht (Schritt S3). Wenn in dem Schritt S3 beurteilt wird, daß der Wert der Kollisionsreferenzdaten kleiner ist als die mittlere Kollisionsreferenzschwelle SW2, dann wird überprüft, ob die vorhergehende Kollisionsbeurteilungsschwelle die obere Grenzkollisionsbeurteilungsschwelle TH3 ist oder nicht (Schritt S4).

Wenn in dem Schritt S4 beurteilt wird, daß die vorhergehende Kollisionsbeurteilungsschwelle die obere Grenzkollisionsbeurteilungsschwelle TH3 ist, dann wird nach dem Schritt S4 der Schritt S2 durchgeführt. D.h. die Einstellung der oberen Grenzkollisionsbeurteilungsschwelle TH3 wird beibehalten (Schritt S2).

Wenn in dem Schritt 4 beurteilt wird, daß die vorhergehende Kollisionsbeurteilungsschwelle nicht die obere Grenzkollisionsbeurteilungsschwelle TH3 ist, dann wird die mittlere Kollisionsbeurteilungsschwelle TH2 nach dem Schritt S4 gesetzt (Schritt S5).

Wenn in dem Schritt S3 beurteilt wird, daß der Wert der Kollisionsreferenzdaten die mittlere Kollisionsreferenzschwelle SW2 überschreitet, dann wird nach dem Schritt S3 überprüft, ob der Wert der Kollisionsreferenzdaten die obere Grenzkollisionsreferenzschwelle SW3 überschreitet oder nicht (Schritt S6). Wenn in dem Schritt S6 beurteilt wird, daß der Wert der Kollisionsreferenzdaten kleiner ist als die obere Grenzkollisionsreferenzschwelle SW3, dann wird nach dem Schritt S6 überprüft, ob die vorhergehende Kollisionsbeurteilungsschwelle die untere Grenzkollisionsbeurteilungsschwelle TH1 ist oder nicht (Schritt S7).

Wenn in dem Schritt S7 beurteilt wird, daß die vorhergehende Kollisionsbeurteilungsschwelle nicht die untere Grenzkollisionsbeurteilungsschwelle TH1 ist, dann wird nach dem Schritt S7 der Schritt S5 durchgeführt. D.h. die mittlere Kollisionsbeurteilungsschwelle TH2 wird als die Kollisionsbeurteilungsschwelle gesetzt (Schritt S5).

Wenn in dem Schritt S6 beurteilt wird, daß der Wert der Kollisionsreferenzdaten die obere Grenzkollisionsreferenzschwelle SW3 überschreitet, dann wird nach dem Schritt S6 die untere Grenzkollisionsbeurteilungsschwelle TH1 gesetzt (Schritt S8). Wenn in dem Schritt S7 beurteilt wird, daß die vorhergehende Kollisionsbeurteilungsschwelle die untere Grenzkollisionsbeurteilungsschwelle TH1 ist, dann wird der Schritt S8 nach dem Schritt S7 durchgeführt und die untere Grenzkollisionsbeurteilungsschwelle TH1 wird als die Kollisionsbeurteilungsschwelle gesetzt.

Wie vorangehend beschrieben, wird die Kollisionsbeurteilungsschwelle auf der Basis des Werts der Kollisionsreferenzdaten und der Kollisionsreferenzschwelle ausgewählt. Die Durchführung der Schritte S4 und S7 verzögert die Verringerung der Kollisionsbeurteilungsschwelle, wenn der Wert der Kollisionsreferenzdaten möglicherweise zunehmen wird. Eine Durchführung der Schritte S4 und S7 verzögert ebenso eine Zunahme der Kollisionsbeurteilungsschwelle, wenn der Wert der Kollisionsreferenzdaten möglicherweise abnimmt. Dementsprechend wird ein Effekt erhalten, welcher äquivalent zu denjenigen ist, die dadurch erhalten werden, daß die Kollisionsbeurteilungsschwelle eine Hysterese aufweist.

Auswahlzustände der Kollisionsbeurteilungsschwelle, welche durch die Durchführung der jeweiligen Schritte, die im Flußdiagramm der Fig. 13 gezeigt sind, hervorgerufen werden, sind in den Fig. 14A und 14B gezeigt. Wellenformen a, b in Fig. 14A betreffen die Wellenform des Ausgangssignals von dem Beschleunigungssensor 1 im Falle der Beurteilung, daß eine Kollision auftritt. Wellenformen a1, b1 in Fig. 14B betreffen die Wellenformen des Ausgangssignals von dem Beschleunigungssensor 1, in dem Fall der Beurteilung, daß keine Kollision auftritt.

Die Wellenform a in Fig. 14A wird durch Addieren der Kollisionsreferenzschwellen SW1 bis SW3 zu der Aufzeichnung des Differenzwertes des Intervall-Integrals erhalten, welcher durch die Wellenform d in Fig. 12 wiedergegeben ist. Die Wellenform b in Fig. 14A wird erhalten durch Addieren der Kollisionsbeurteilungsschwellen TH1 bis TH3, welche auf der Basis der Kollisionsreferenzschwelle ausgewählt worden sind, zu der Aufzeichnung der Kollisionsbeurteilungsdaten, welche durch die Wellenform a1 in Fig. 11A wiedergegeben ist.

Wenn der Wert der Kollisionsreferenzdaten die Kollisionsreferenzschwelle, welche wie vorangehend beschrieben eingerichtet ist, überschreitet, dann beurteilt die Kollisionsbeurteilungseinheit 8, daß eine Kollision auftritt. Der Airbag wird daher aufgeblasen.

Andererseits wird die Wellenform a1 in Fig. 14B durch Addieren der Kollisionsreferenzschwellen SW1 bis SW3 zu der Aufzeichnung des Differenzwertes des Intervall-Integrals erhalten, welche auf der Ausgangssignalwellenform von dem Beschleunigungssensor 1 beruht, wiedergegeben durch die Wellenform b in Fig. 10B. Die Wellenform b1 in Fig. 14B wird durch Addieren der Kollisionsbeurteilungsschwellen TH1 bis TH2, welche auf der Basis der durch die Wellenform a1 in Fig. 14B gezeigten Kollisionsreferenzdaten ausgewählt worden sind, zu der Aufzeichnung der Kollisionsbeurteilungsdaten erhalten, welche durch die Wellenform b1 in Fig. 11B wiedergegeben ist. In diesem Falle überschreitet der Pegelwert Y(2) der Frequenzkomponente die Kollisionsbeurteilungsschwelle nicht. Daher beurteilt die Kollisionsbeurteilungseinheit 8, daß keine Kollision auftritt. Der Airbag wird somit nicht aufgeblasen.

Wie aus den Fig. 14A und 14B ferner hervorgeht, wird die hoh Kollisionsbeurteilungsschwelle dann ausgewählt, wenn der Wert der Kollisionsreferenzdaten klein ist, während die niedere Kollisionsbeurteilungsschwelle dann ausgewählt wird, wenn der Wert der Kollisionsreferenzdaten groß ist. Daher kann für die Kollisionsbeur-

teilung ein großer Sicherheitsspielraum vorgesehen werden. Somit tritt eine fehlerhafte Beurteilung bei der Beurteilung, daß eine Kollision auftritt, nicht auf.

Wenn die Beurteilung einer Kollision für ein Fahrzeug mit einem anderen Typ einer Karosseriestruktur durchgeführt wird, dann kann die Kollisionsreferenzschwelle auf einen optimalen Wert für die Kollisionsreferenzdaten gesetzt werden, und die Kollisionsreferenzschwelle kann auf einen optimalen Wert für die Kollisionsreferenzschwelle gesetzt werden, entsprechend dem Fahrzeug, das einer Kollisionsbeurteilung zu unterziehen ist. Daher ist es leicht, verschiedene Fahrzeuge mit verschiedenen Strukturtypen einer Kollisionsbeurteilung zu unterziehen.

Vorangehend ist der Fall beispielhaft dargestellt worden, in welchem der Differenzwert des Intervall-Integrals als die Kollisionsreferenzdaten bei der Auswahl der Kollisionsbeurteilungsschwelle verwendet werden. Die Kollisionsschwelle kann jedoch ebenso in der gleichen Art und Weise wie vorangehend beschrieben durch Verwendung des Intervall-Integral-Werts oder des unendliches Integral-Wertes anstelle des Differenzwertes des Intervall-Integrals ausgewählt werden.

Nachfolgend wird ein Verfahren zum Setzen der Kollisionsbeurteilungsschwelle erklärt.

Es wird angenommen, daß die Kollisionsbeurteilungsschwelle als eine lineare Funktion gegeben ist, welche den Wert der Kollisionsreferenzdaten als eine Variable verwendet. Die lineare Funktion ist durch einen linearen Ausdruck gegeben, der durch den folgenden Ausdruck (15) wiedergegeben ist.

$$TH = As + B \quad \dots (15).$$

In dem Ausdruck (15) gibt TH die Kollisionsbeurteilungsschwelle wieder, s gibt den Wert der Kollisionsreferenzdaten wieder und A und B sind Konstanten.

Der Differenzwert des Intervall-Integrals wird als der Wert der Kollisionsreferenzdaten s verwendet, und der Pegelwert Y(2) der Frequenzkomponente wird für die Kollisionsbeurteilungsdaten verwendet. In diesem Zustand ist A derart gesetzt, daß gilt: $(-1) \leq A < 0$, und B ist derart gesetzt, daß gilt: $B > 0$, betreffend den Wert der Kollisionsreferenzdaten: $s \geq 0$, wogegen A derart gesetzt ist, daß für den Wert der Kollisionsreferenzdaten $s < 0$ gilt: $A = 0$.

Unter dem Zustand der vorangehenden Einstellung geben die Wellenform a in Fig. 15A, die Wellenform a1 in Fig. 15B, die Wellenform b in Fig. 15A und die Wellenform b1 in Fig. 15B die gleichen Kollisionsreferenzdaten und die Kollisionsbeurteilungsdaten wieder, wie diejenigen, die durch die Wellenform a in Fig. 14A, die Wellenform a1 in Fig. 14B, die Wellenform b in Fig. 14A und die Wellenform b1 in Fig. 14B wiedergegeben sind. Die Wellenform b in Fig. 15A und die Wellenform b1 in Fig. 15B werden durch Überlagern der Kollisionsbeurteilungsschwelle TH1 gemäß dem Ausdruck (15) über die Kollisionsbeurteilungsdaten erhalten.

Wie aus der Wellenform b in Fig. 15A und der Wellenform b1 in Fig. 15B hervorgeht, ist die Kollisionsbeurteilungsschwelle hoch, wenn der Wert der Kollisionsreferenzdaten klein ist, wogegen die Kollisionsbeurteilungsschwelle klein ist, wenn der Wert der Kollisionsreferenzdaten groß ist. Daher ist ein großer Sicherheitsspielraum für die Kollisionsbeurteilung vorgesehen. Es ist somit möglich, eine Kollisionsbeurteilung ohne irgendeinen Fehler durchzuführen.

Vorangehend ist eine Erklärung durch Verwendung des Intervall-Integral-Wertes, des unendliches Integral-Wertes oder des Differenzwertes des Intervall-Integrals als dem Wert der Kollisionsreferenzdaten gegeben worden. Es ist jedoch ebenso möglich, den Pegelwert der Frequenzkomponente, welche sich von der Frequenzkomponente, die für die Kollisionsbeurteilungsdaten verwendet wird, unterscheidet, als die Kollisionsreferenzdaten zu verwenden.

Nachfolgend wird eine Kombination der Kollisionsreferenzdaten und der Kollisionsbeurteilungsdaten mit Bezug auf die Fig. 16A und 16B erklärt.

Die Wellenform a in Fig. 16A und die Wellenform a1 in Fig. 16B geben die gleichen Kollisionsreferenzdaten (Differenzwert des Intervall-Integrals) wieder, wie diejenigen die durch die Wellenform a in Fig. 15A und die Wellenform a1 in Fig. 15B wiedergegeben sind. Die Wellenformen a1, b1 in Fig. 16B geben die gleichen Kollisionsbeurteilungsdaten (Pegelwert Y(2) der Frequenzkomponente) wieder, wie diejenigen, die durch die Wellenform a1 in Fig. 11A und die Wellenform b1 in Fig. 11B wiedergegeben sind.

Ein Kreuzkorrelationswert wird durch Multiplizieren eines Wertes der Kollisionsreferenzdaten zu jeder Zeit, die durch die Wellenform a in Fig. 16A wiedergegeben sind, mit einem Wert zu jeder Zeit der Kollisionsbeurteilungsdaten bestimmt, die durch die Wellenform b in Fig. 16A wiedergegeben sind. Der Kreuzkorrelationswert, der durch die Multiplikation bestimmt wird, ist durch eine Wellenform c in Fig. 16A wiedergegeben. In der gleichen Art und Weise wie vorangehend beschrieben, wird ein Kreuzkorrelationswert durch Multiplizieren eines Wertes der Kollisionsreferenzdaten zu jeder Zeit, die durch die Wellenform a1 in Fig. 16B wiedergegeben sind, mit einem Wert zu jeder Zeit der Kollisionsbeurteilungsdaten erhalten, die durch die Wellenform b1 in Fig. 16B wiedergegeben sind. Der Kreuzkorrelationswert, der durch die Multiplikation bestimmt wird, ist durch eine Wellenform c1 in Fig. 16B wiedergegeben.

Bei dieser Prozedur ergeben Wellenformen, die eine starke gegenseitige Korrelation aufweisen, einen hohen Kreuzkorrelationswert. Im Gegensatz dazu ergeben Wellenformen, die nur eine schwache gegenseitige Korrelation aufweisen, einen kleinen Kreuzkorrelationswert. Somit wird eine Kombination der Kollisionsreferenzdaten und der Kollisionsbeurteilungsdaten ausgewählt, so daß eine Wellenform, die derart beurteilt wird, daß sie eine Kollision wiedergibt, einen großen Kreuzkorrelationswert vorsieht, wogegen eine Wellenform, die derart beurteilt wird, daß sie keine Kollision aufweist, einen kleinen Kreuzkorrelationswert vorsieht. Die Kombination der Kollisionsreferenzdaten und der Kollisionsbeurteilungsdaten, welche wie vorangehend beschrieben ausgewählt wird, sieht eine optimale Kombination vor, welche einen großen Schwellabstand zwischen der Beurteilung, daß eine Kollision auftritt, und der Beurteilung, daß keine Kollision auftritt, ergibt.

DE 100 11 373 A1
Gemäß der zweiten Ausführungsform des Verfahrens zur Beurteilung einer Fahrzeugkollision der vorliegenden Erfindung kann die Kollisionsbeurteilungsschwelle für die Kollisionsbeurteilungsdaten gemäß der Größe des Werts der Kollisionsreferenzdaten und der verschiedenen Kombinationen des Werts der Kollisionsbeurteilungsdaten und des Werts der Kollisionsreferenzdaten, welche aus der Ausgabe von dem Beschleunigungssensor erhalten werden, verändert werden. Daher wird ein derartiger Effekt erhalten, daß das Fahrzeug bei verschiedenen Typen von Karosseriestrukturen verwendet werden kann, und es ist möglich, den Abstand zwischen den Schwellen zur Beurteilung eines Auftretens bzw. eines Nichtauftretens einer Kollision zu vergrößern.

5 Gemäß der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird die Zerlegung in die Frequenzkomponenten durch die Hadamard-Transformation durchgeführt. Daher beinhaltet die für die Hadamard-Transformation erforderliche Operation lediglich die Addition und die Subtraktion. Es wird aufgrund der Hadamard-Transformation somit ein derartiger Effekt erhalten, daß keine Notwendigkeit für einen digitalen Signalprozessor besteht, der in der Lage ist, Hochgeschwindigkeitsoperationen durchzuführen.

10 Ferner kann die Kollisionsbeurteilungsschwelle für die Kollisionsbeurteilungsdaten gemäß der Größe des Wertes der Kollisionsreferenzdaten und der Kombination des Werts der Kollisionsreferenzdaten und des Werts des Kollisionsbeurteilungsdaten verändert werden. Daher kann ein derartiger Effekt erhalten werden, daß das Verfahren bei verschiedenen Typen von Karosseriestrukturen angewandt werden kann, und es ist möglich, die Beurteilung einer Kollision mit einem großen Spielraum zwischen der Beurteilung des Auftretens einer Kollision und der Beurteilung, daß keine Kollision auftritt, durchzuführen.

15 Bei einem Verfahren zur Beurteilung einer Fahrzeugkollision gemäß der vorliegenden Erfindung wird ein Ausgangssignal von einem Beschleunigungssensor (1), der an einem Fahrzeug getragen ist, das von einem Beginnzeitpunkt einer Kollisionsbeurteilung an erhalten wird, während Intervall-Fenstern ausgegeben, die jeweils eine vorbestimmte Zeitbreite einer Mehrzahl von Abtastzyklen aufweisen und die aufeinanderfolgend um einen Abtastzyklus verzögert worden sind. Eine Wellenform des Ausgangssignals wird einer Hadamard-Transformation unterzogen und für jedes Intervall-Fenster unter Verwendung einer Hadamard-Transformationseinheit (5) in Frequenzkomponenten zerlegt. Ein Schwellenwert, welcher für eine vorbestimmte Frequenzkomponente gesetzt wird und von einer Schwellenausgabeeinheit (6) ausgegeben wird, wird mit einem Pegelwert der vorbestimmten Frequenzkomponente, welche aus den durch die Zerlegung in der Hadamard-Transformationseinheit erhaltenen Frequenzkomponenten ausgewählt wird, durch Verwendung einer Kollisionsbeurteilungseinheit (8) verglichen. Das Auftreten einer Kollision des Fahrzeugs wird auf der Grundlage des Vergleichs-ergebnisses beurteilt.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Beurteilung einer Fahrzeugkollision, umfassend die Schritte: Zerlegen einer Wellenform eines Ausgangssignals, welches von einem an einem Fahrzeug getragenen Beschleunigungssensor (1) ausgegeben wird, in Frequenzkomponenten, und Beurteilen der Fahrzeugkollision beruhend auf einem Pegelwert (Y) der zerlegten Frequenzkomponenten, worin die Zerlegung in die Frequenzkomponenten gemäß einer Hadamard-Transformation durchgeführt wird.
2. Verfahren zur Beurteilung einer Fahrzeugkollision, umfassend die Schritte: Abtasten von Ausgangssignalen von einem an einem Fahrzeug getragenen Beschleunigungssensor (1) mit einem vorbestimmten Abtastzyklus, Sammeln der Abtastungsdaten in einer Menge, welche einer Mehrzahl von vorbestimmten fortlaufenden Abtastzyklen entspricht, um eine einem Intervallfenster entsprechende Datengruppe zu erhalten, Vorbereiten der Datengruppen, welche den Intervall-Fenstern entsprechen, von welchen jedes nachfolgend um einen Abtastzyklus verzögert ist, Zerlegen jeder der Datengruppen, welche jedem der Intervall-Fenster entsprechen, in Frequenzkomponenten gemäß einer Hadamard-Transformation, Vergleichen eines Pegelwerts (Y) der zerlegten Frequenzkomponente mit einem vorbestimmten Schwellenwert, der für die Frequenzkomponente gesetzt ist, und Beurteilen des Auftretens der Fahrzeugkollision auf der Grundlage eines Ergebnisses des Vergleichs.
3. Verfahren zur Beurteilung einer Fahrzeugkollision, umfassend die Schritte: Bestimmen von Kollisionsreferenzdaten auf der Grundlage eines Ausgangssignals von einem an einem Fahrzeug vorgesehenen Beschleunigungssensor (1), Bestimmen einer Kollisionsbeurteilungsschwelle (TH1, TH2, TH3) beruhend auf einem Wert der bestimmten Kollisionsreferenzdaten, Zerlegen einer Wellenform des Ausgangssignals von dem Beschleunigungssensor (1) in Frequenzkomponenten, Verwenden eines Pegelwerts (Y) von jeder vorbestimmten Frequenzkomponente, welche aus den zerlegten Frequenzkomponenten ausgewählt worden ist, als Kollisionsbeurteilungsdaten, und Beurteilen des Auftretens einer Kollision, wenn der Wert der Kollisionsbeurteilungsdaten die Kollisionsbeurteilungsschwelle (TH1, TH2, TH3) überschreitet.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Wellenform des Ausgangssignals von dem Beschleunigungssensor (1) mit einer Zerlegung in Frequenzkomponenten mittels einer Hadamard-Transformation in die Frequenzkomponenten zerlegt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Kollisionsbeurteilungsschwelle (TH1, TH2, TH3) in Abhängigkeit von dem Wert der Kollisionsreferenzdaten variabel ist.
6. Verfahren nach Anspruch 3, 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Kollisionsreferenzdaten ein Integral-Wert sind, der durch Integrieren des Ausgangssignals von dem Beschleunigungssensor (1) erhalten wird, welcher Wert auf null gesetzt wird, wenn der Integral-Wert kleiner als null ist.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Kollisionsreferenzdaten ein Integral-Wert sind, der durch Integrieren eines Ausgangssignals von dem Beschleunigungssensor (1) über ein vorbestimmtes Zeitintervall erhalten wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Kollisionsreferenzdaten

ein Wert einer Differenz zwischen einem Integral-Wert, der durch Integrieren des Ausgangssignals des Beschleunigungssensors (1) über ein vorbestimmtes erstes Zeitintervall erhalten wird, und einem Integral-Wert sind, der durch Integrieren des Ausgangssignals von dem Beschleunigungssensor (1) über ein vorbestimmtes zweites Zeitintervall erhalten wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Kollisionsreferenzdaten 5 ein Pegelwert (Y) einer Frequenzkomponente sind, welche sich von der Frequenzkomponente, die als Kollisionsbeurteilungsdaten verwendet wird, unterscheidet.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Wert der Kollisionsreferenzdaten mit wenigstens einer vorbestimmten Kollisionsreferenzschwelle (SW1, SW2, SW3) verglichen wird, um eine Größe des Werts der Kollisionsreferenzdaten zu unterscheiden, und daß die Kollisionsbeurteilungsschwelle (TH1, TH2, TH3) zur Durchführung eines Vergleichs mit den Kollisionsbeurteilungsdaten beruhend auf der unterschiedenen Größe der Kollisionsreferenzdaten verändert wird.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Kollisionsbeurteilungsschwelle (TH1, TH2, TH3) durch eine lineare Funktion gegeben ist, beruhend auf der Verwendung des Werts der Kollisionsreferenzdaten als eine Variable.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß ein Kreuzkorrelationswert bezüglich der Kollisionsreferenzdaten und der Kollisionsbeurteilungsdaten berechnet wird, und daß eine Kombination der Kollisionsreferenzdaten und der Kollisionsbeurteilungsdaten ausgewählt wird, so daß der berechnete Kreuzkorrelationswert groß ist, wenn es erforderlich ist, zu beurteilen, daß eine Kollision auftritt, und der berechnete Kreuzkorrelationswert klein ist, wenn es erforderlich ist zu beurteilen, daß 20 keine Kollision auftritt.

Hierzu 16 Seite(n) Zeichnungen

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

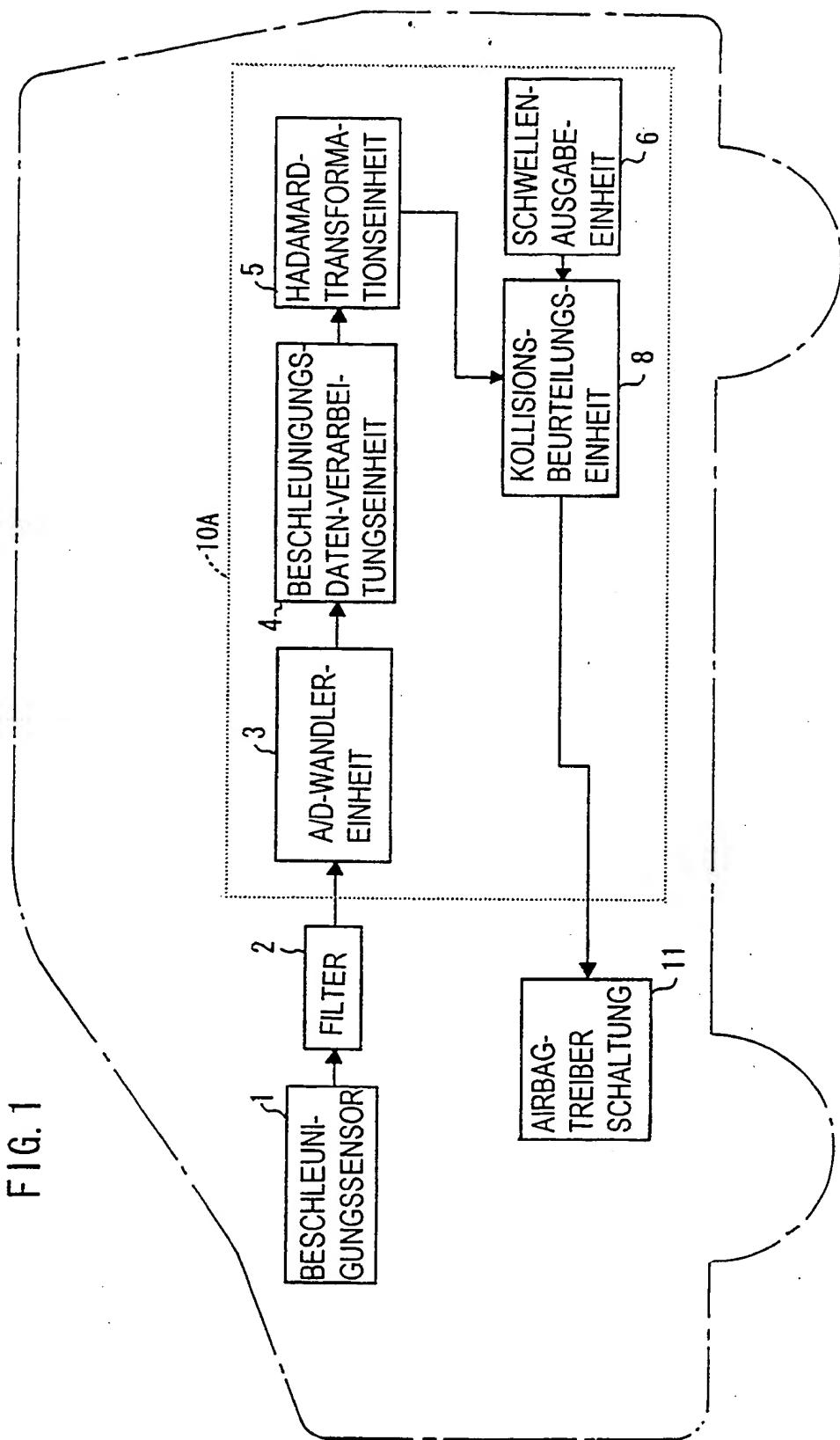


FIG. 2

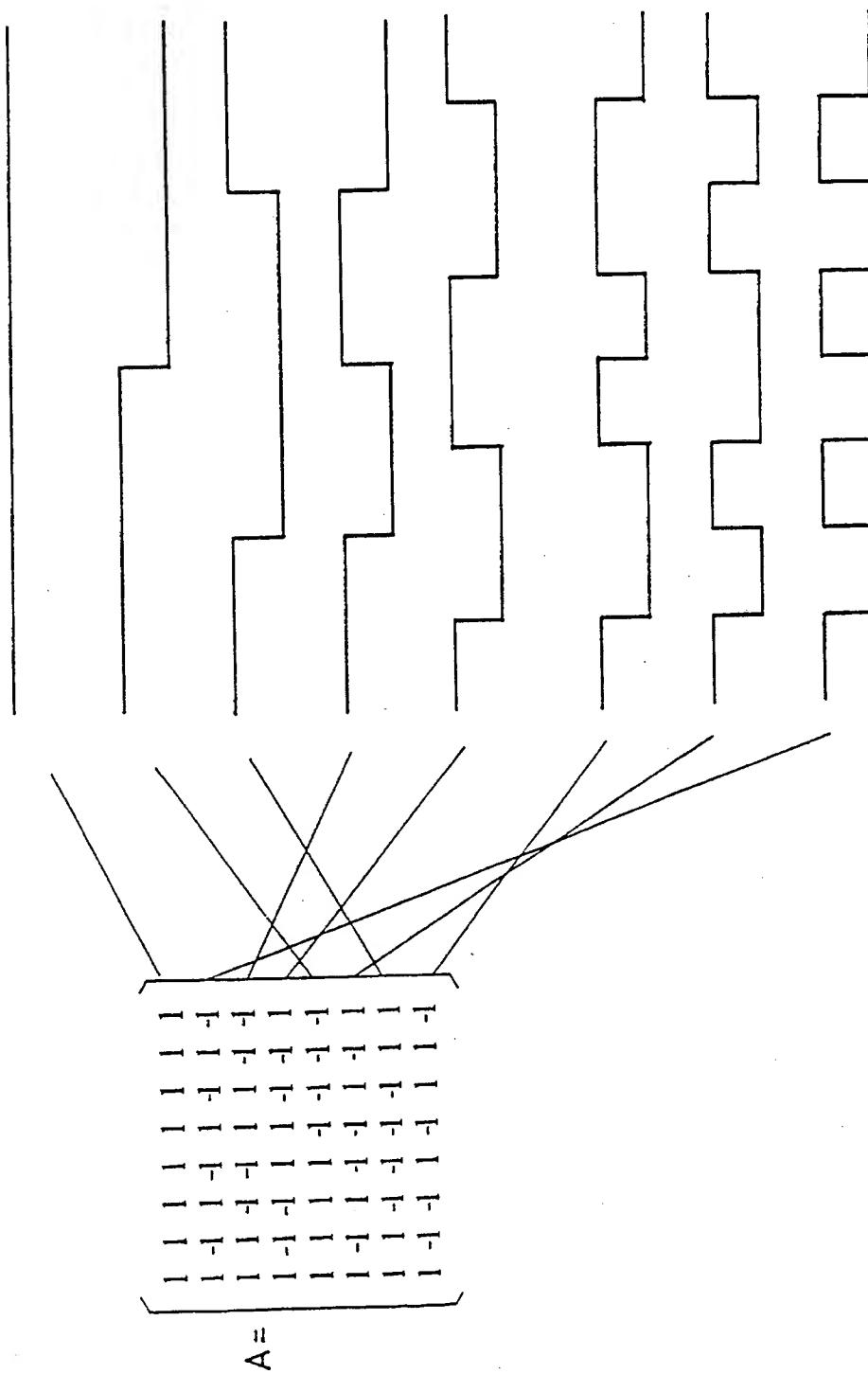


FIG. 3A

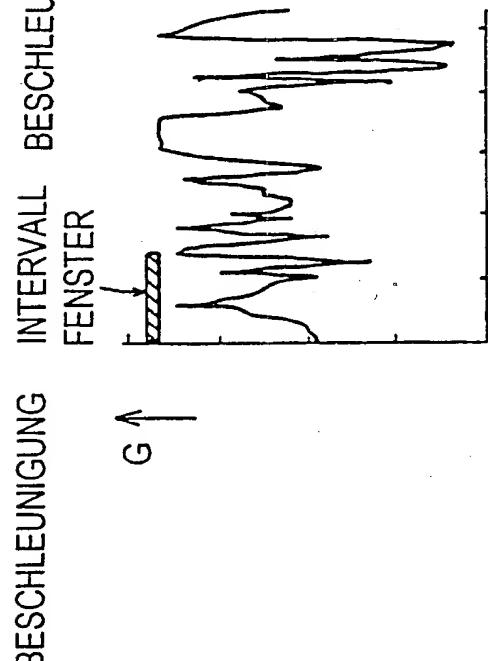


FIG. 3B

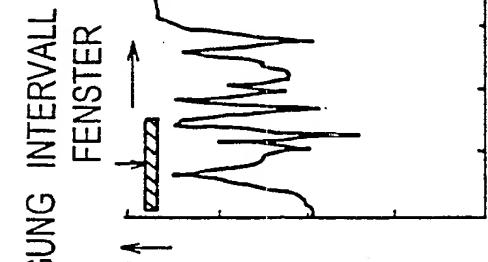
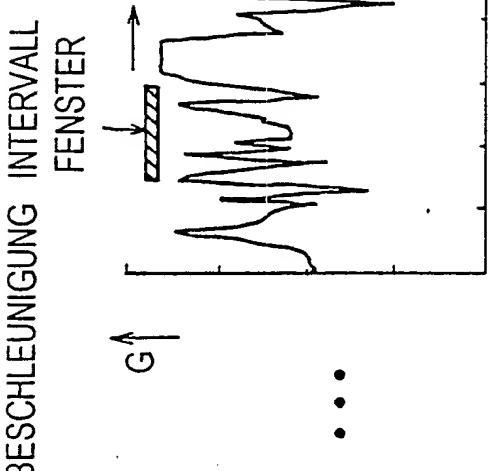


FIG. 3C



→
ZEIT

→
ZEIT

→
ZEIT

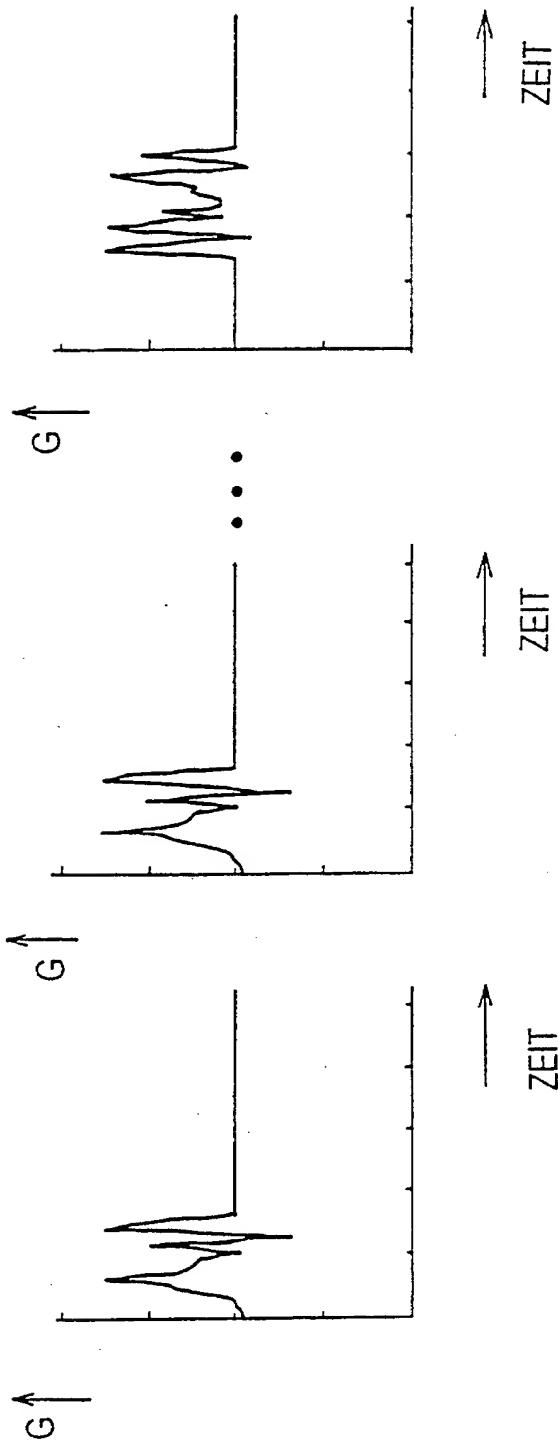
FIG. 4A BESCHLEUNIGUNG
FIG. 4B BESCHLEUNIGUNG
FIG. 4C BESCHLEUNIGUNG

FIG. 5C

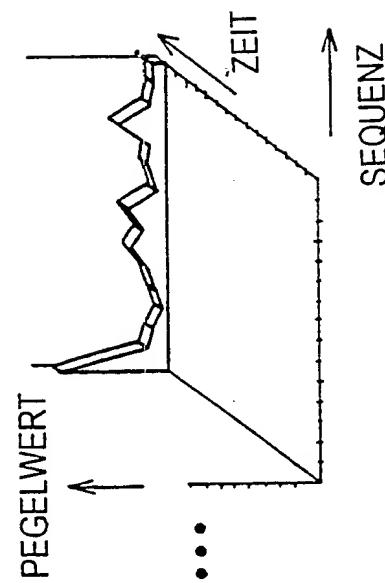


FIG. 5B

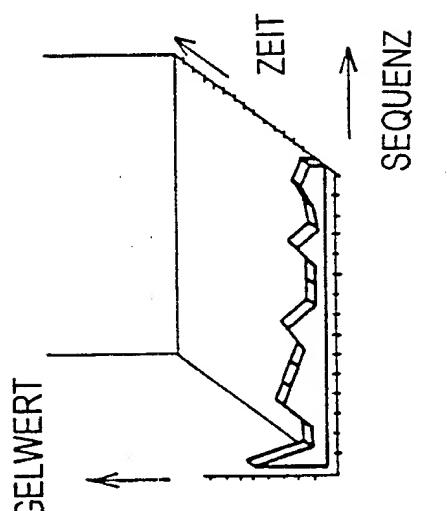


FIG. 5A

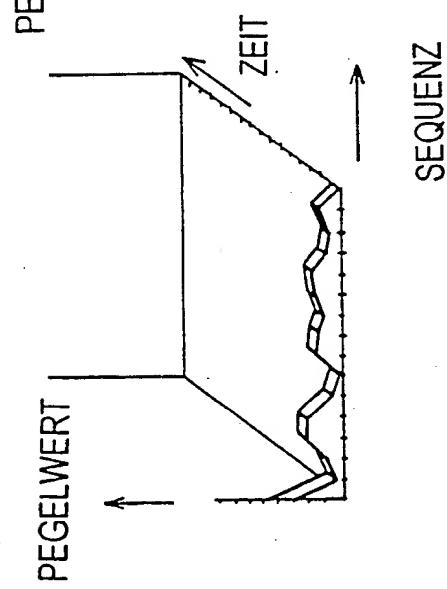


FIG. 6

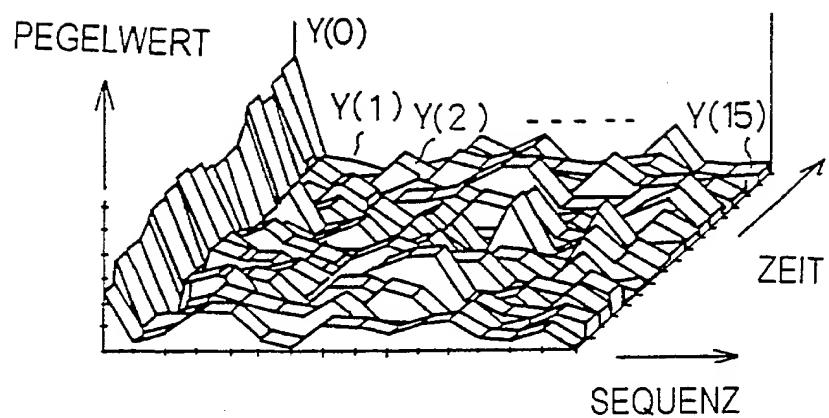
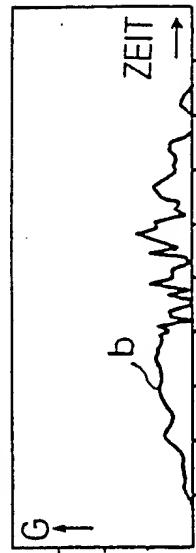


FIG. 7B

BESCHLEUNIGUNG



KOLLISIONSBEGINN

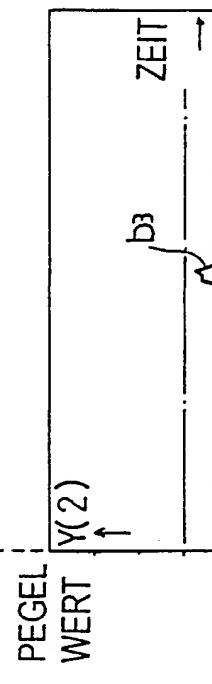
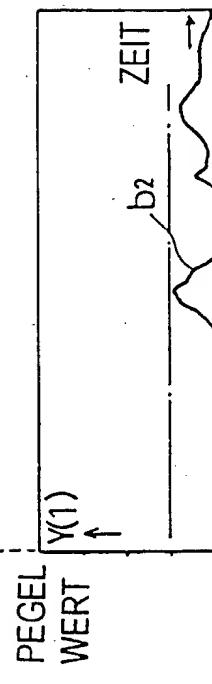
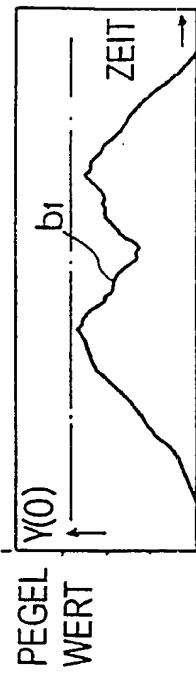
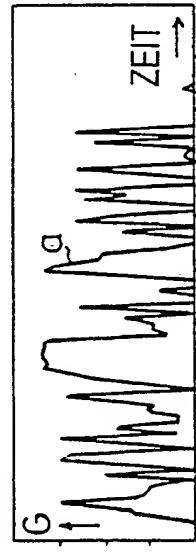
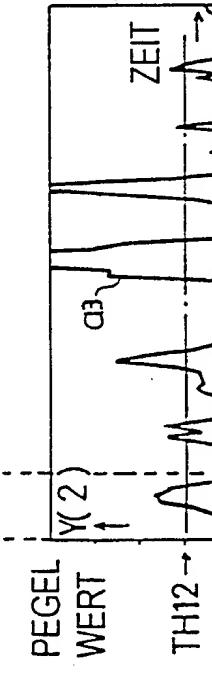
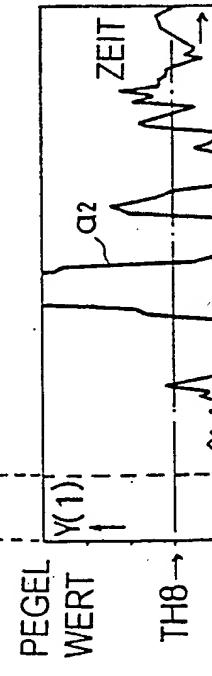
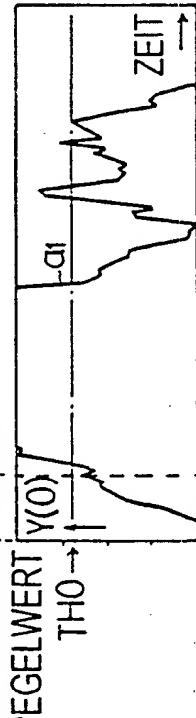


FIG. 7A

BESCHLEUNIGUNG



KOLLISIONSBEGINN



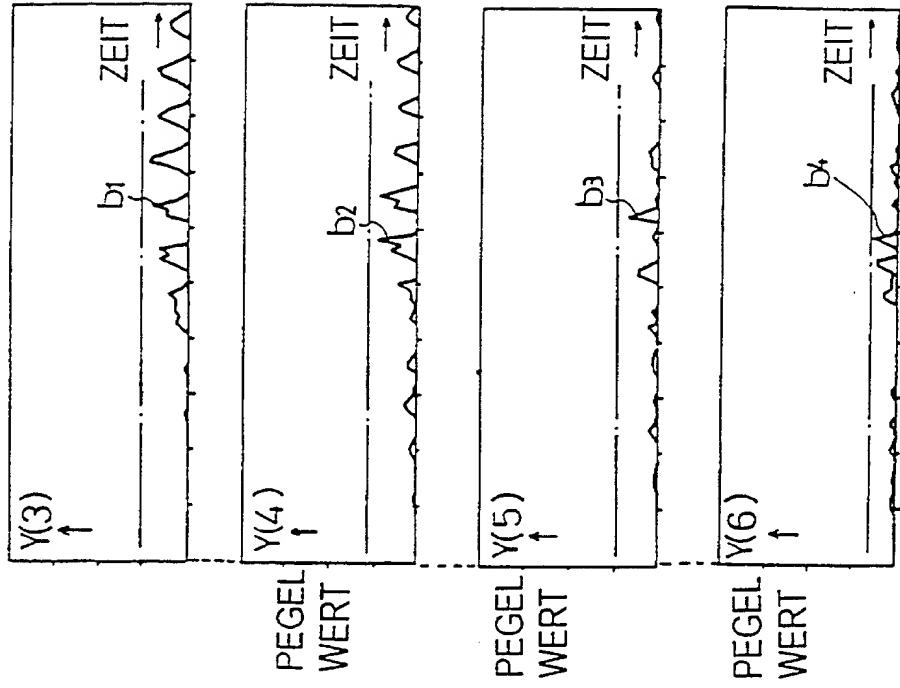
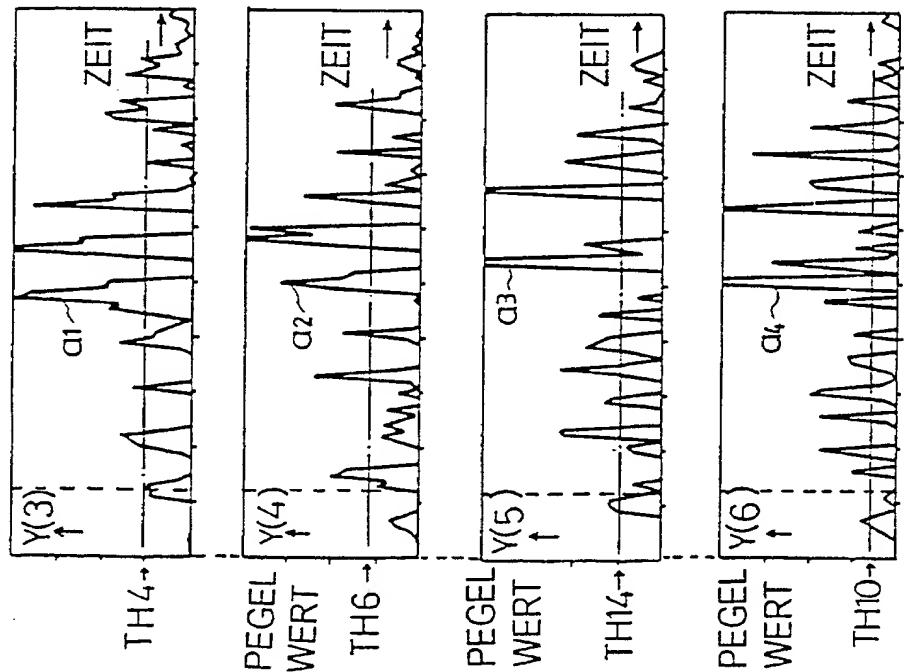
PEGEL FIG. 8B
WERTPEGEL
WERT
TH4 →

FIG. 9

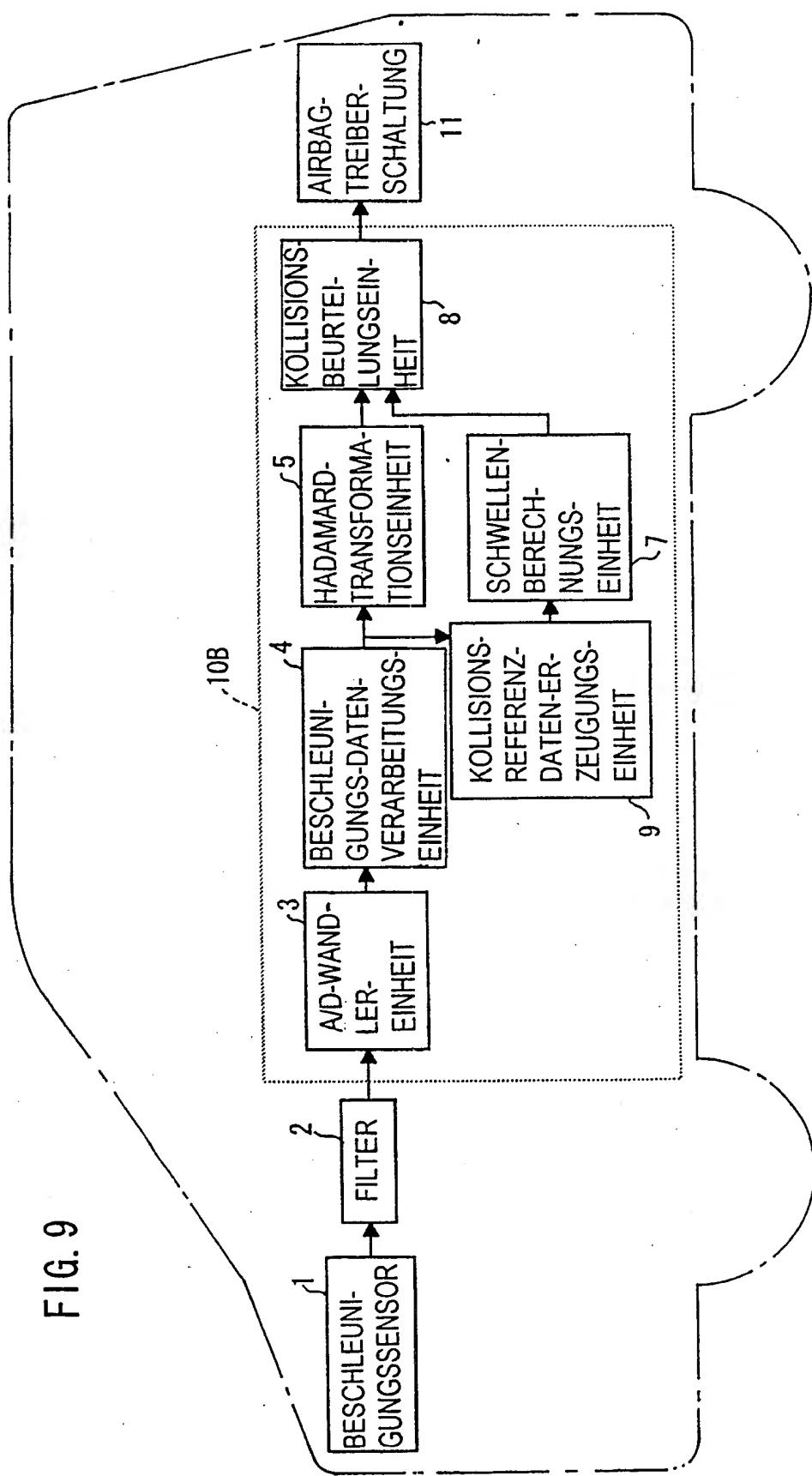


FIG. 10A

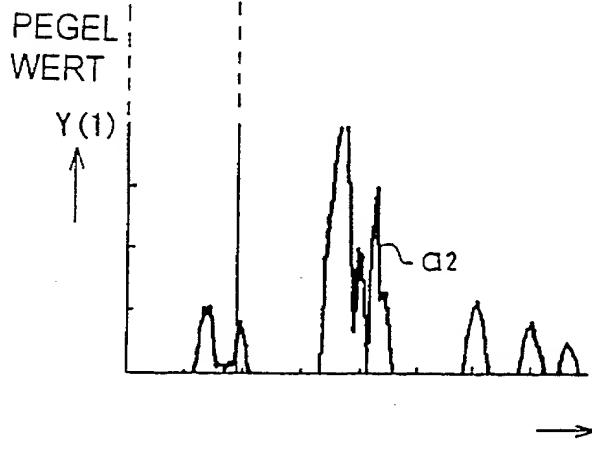
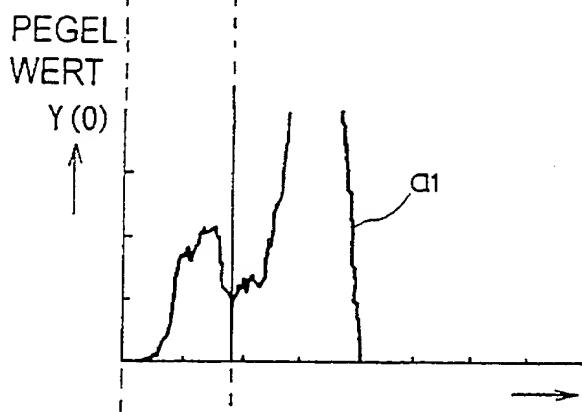
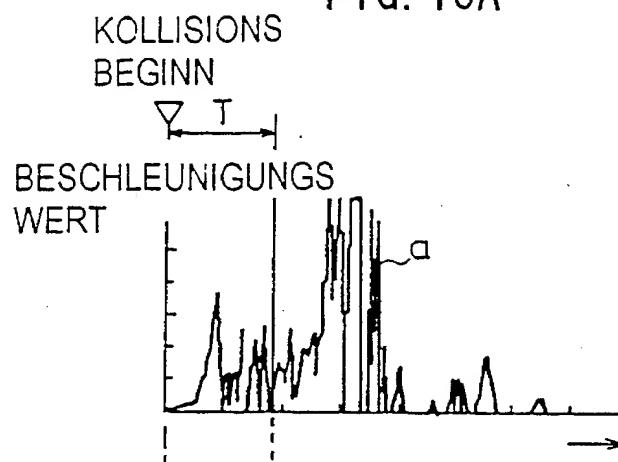


FIG. 10B

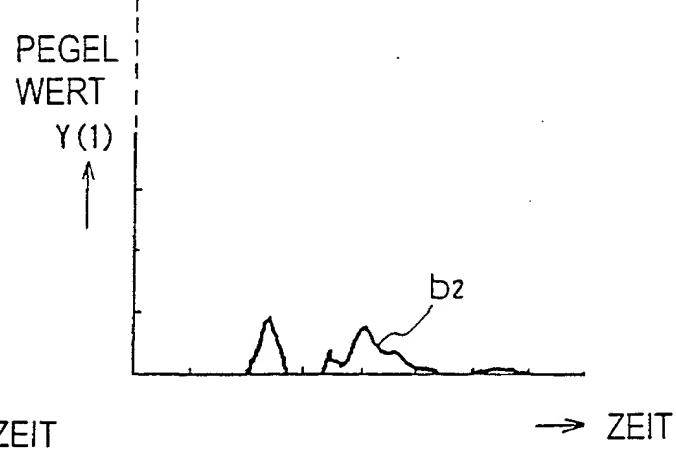
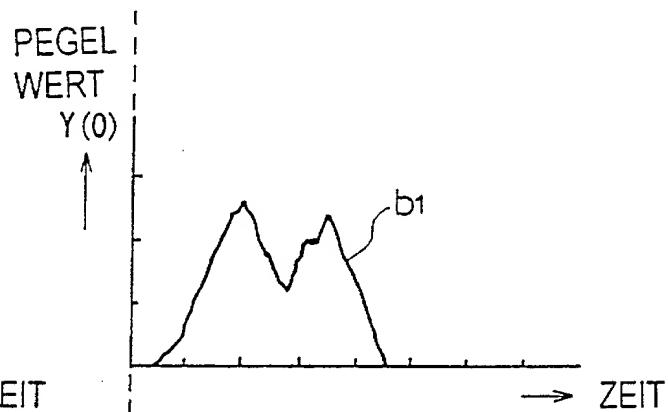
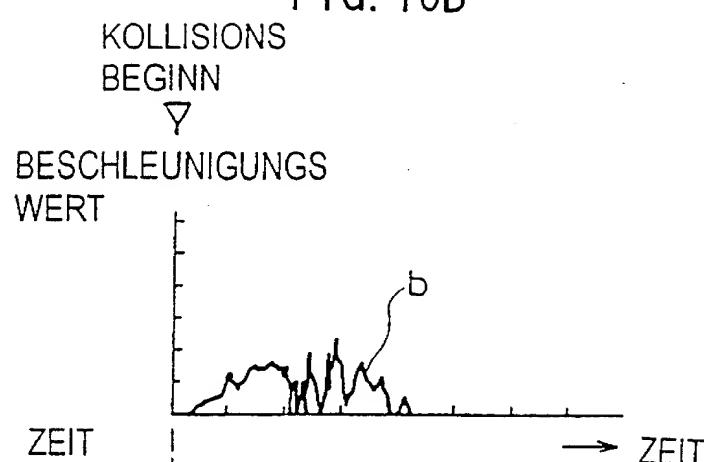


FIG. 11A

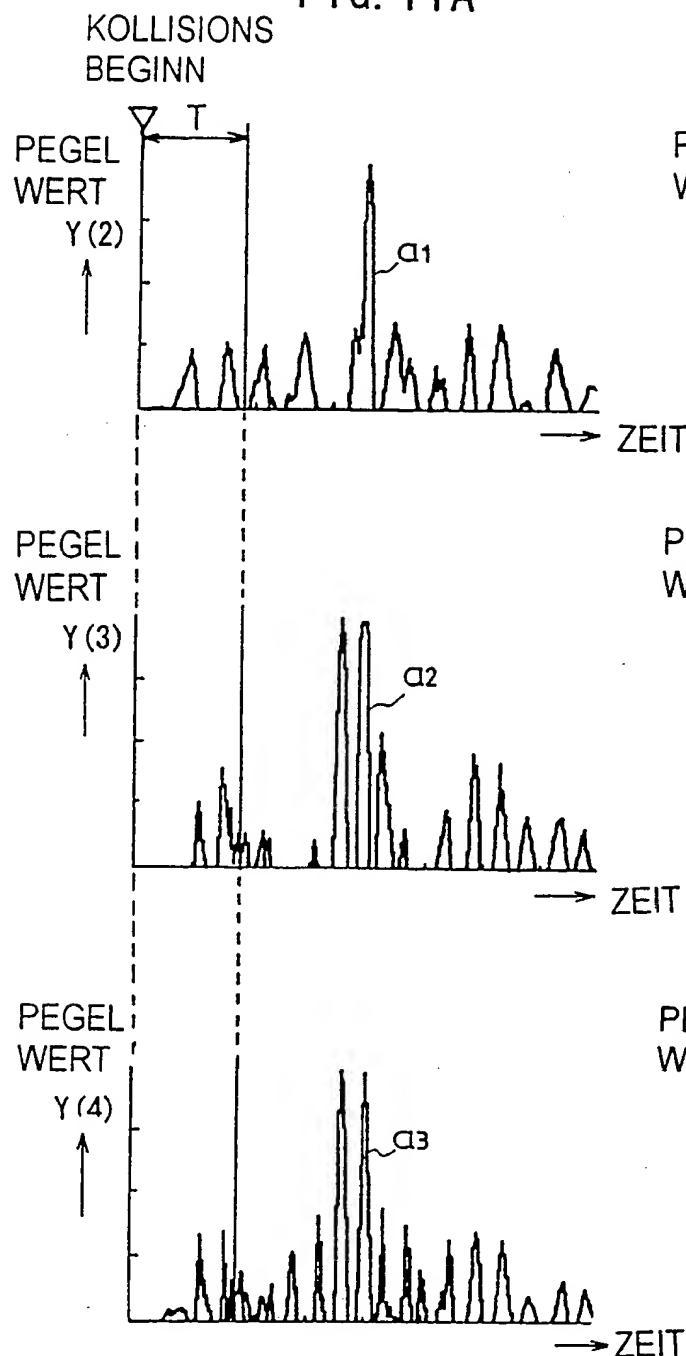


FIG. 11B

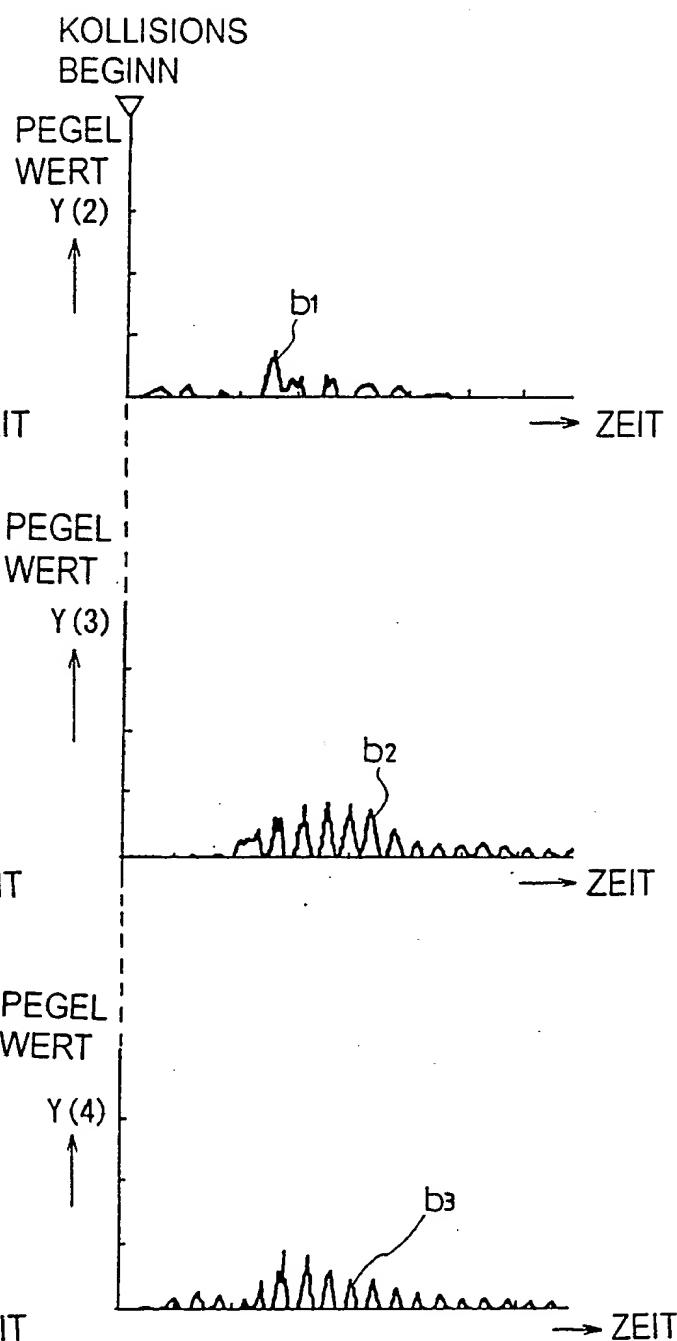


FIG. 12

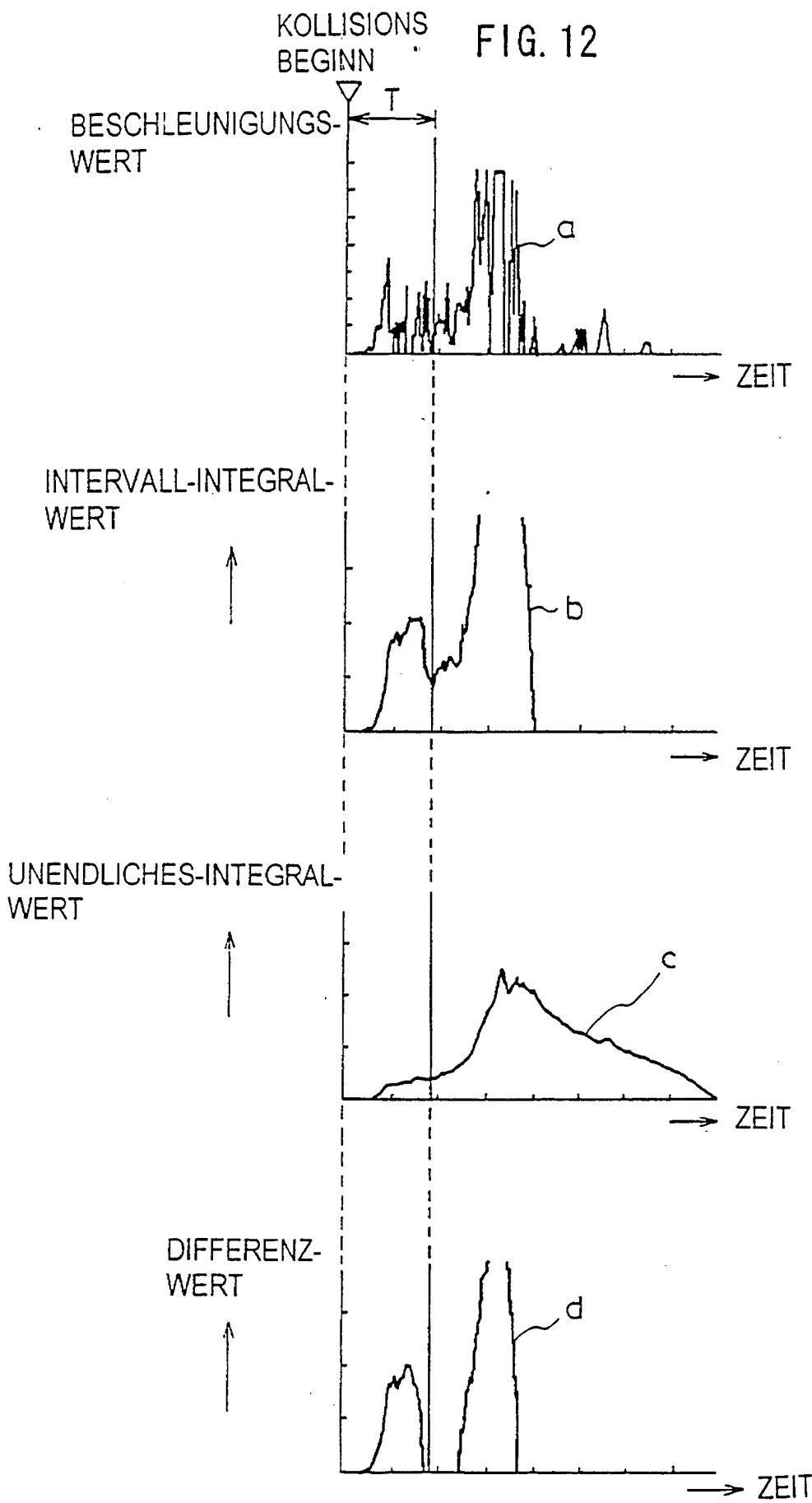


FIG. 13

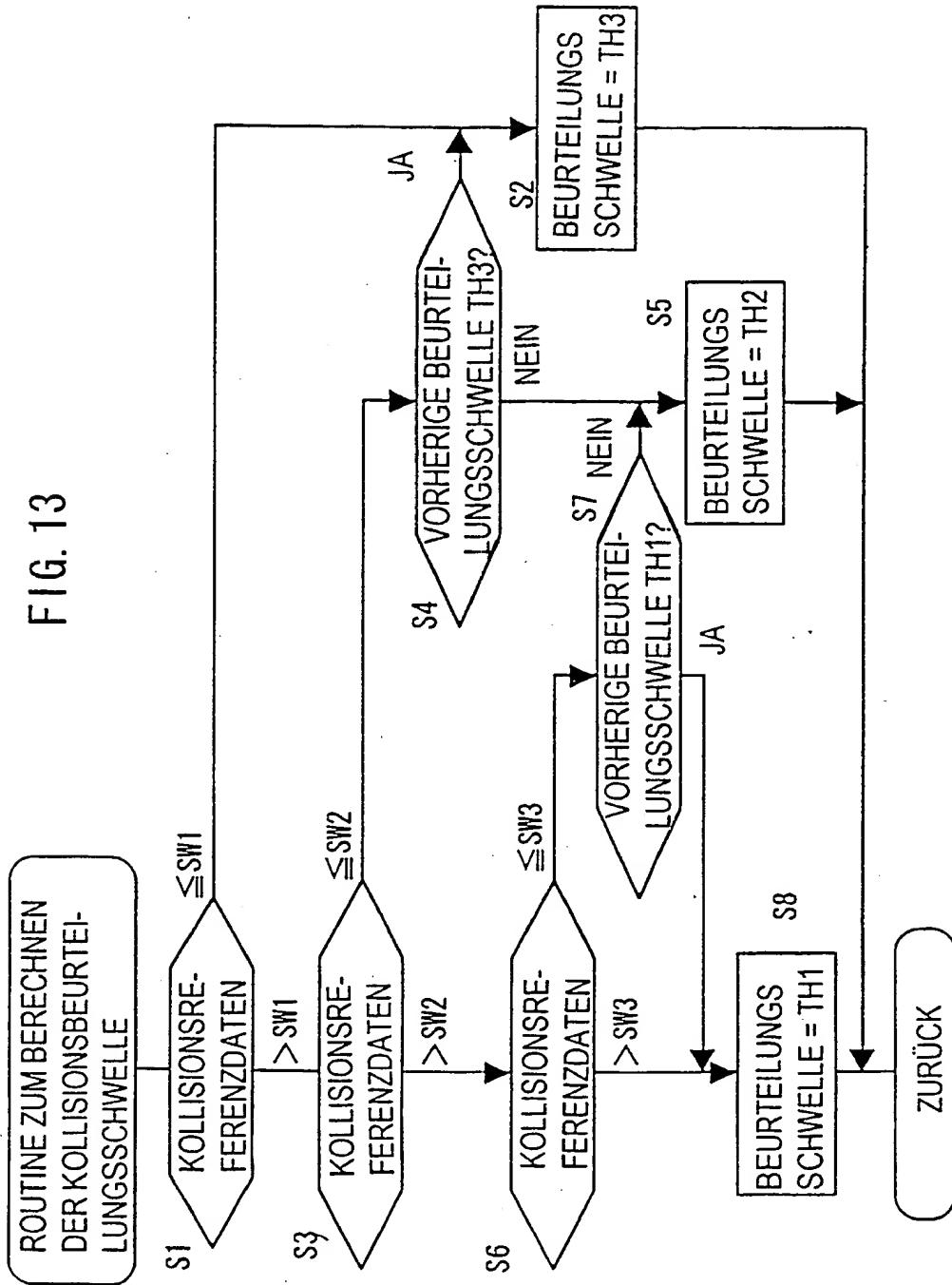
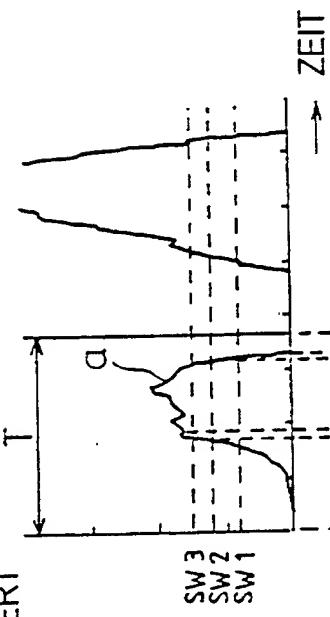
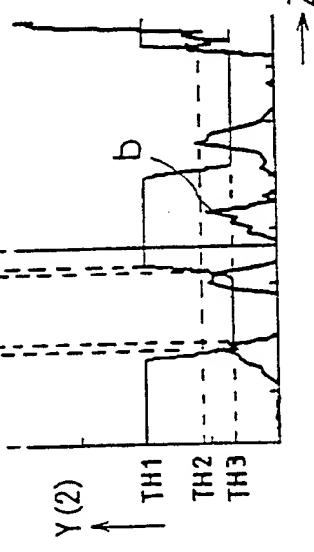


FIG. 14A

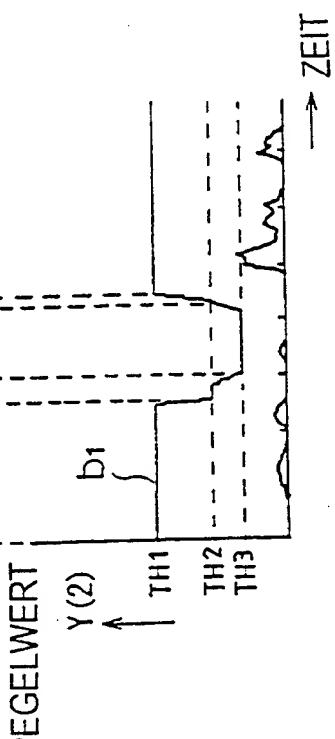
DIFFERENZ
WERT

a1

PEGELWERT

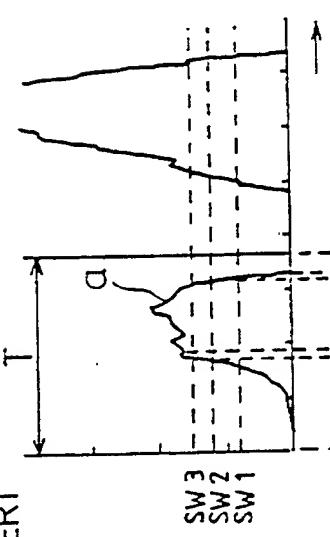


b1



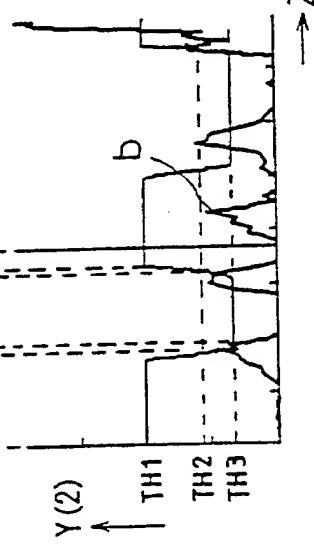
b

FIG. 14B

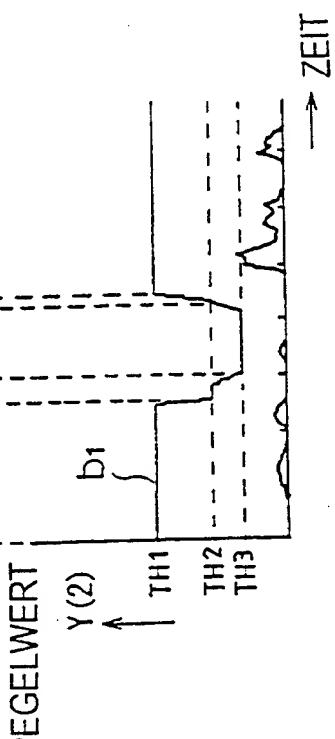
DIFFERENZ
WERT

a1

PEGELWERT



b1



b

FIG. 15A

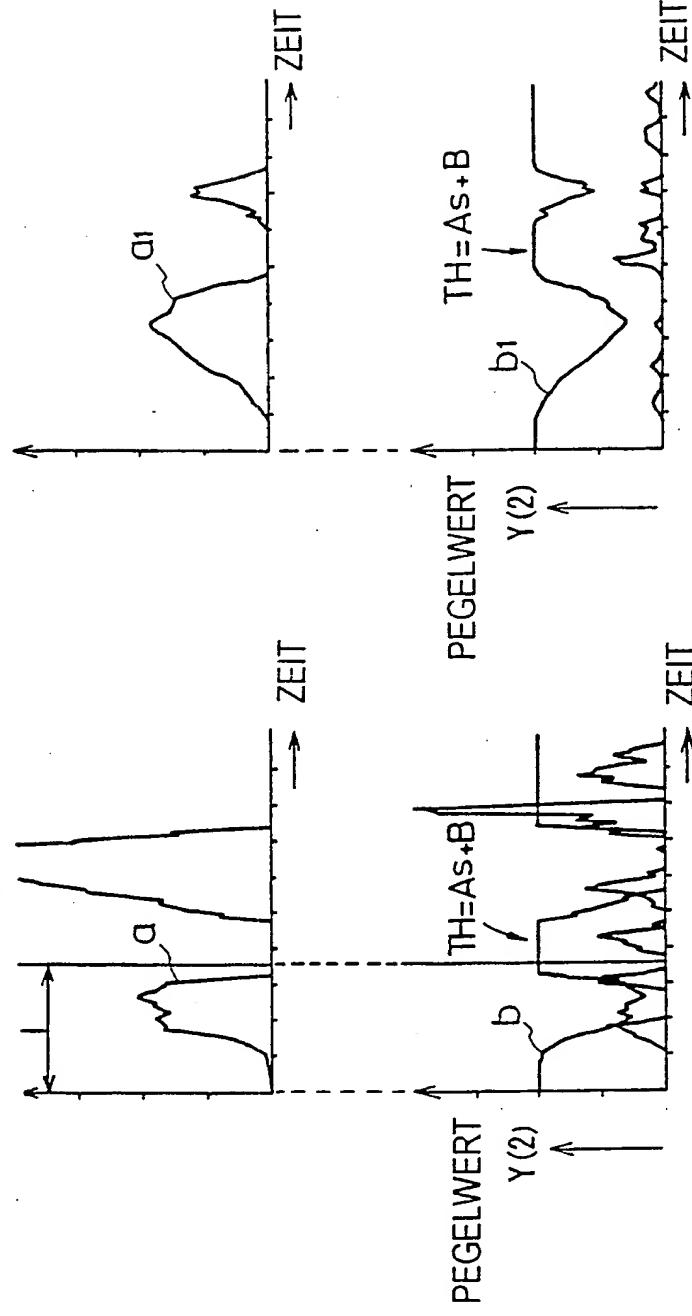
DIFFERENZWERT DES
INTERVALL-INTEGRALS

FIG. 15B

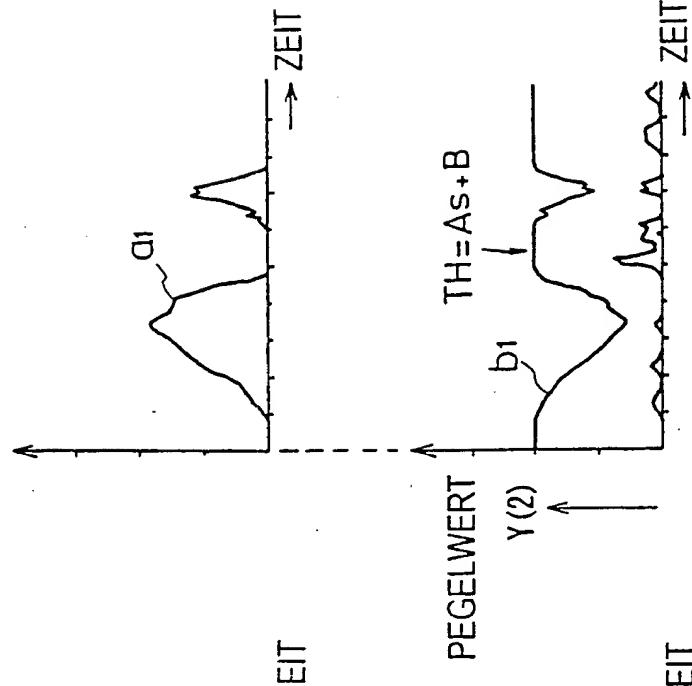
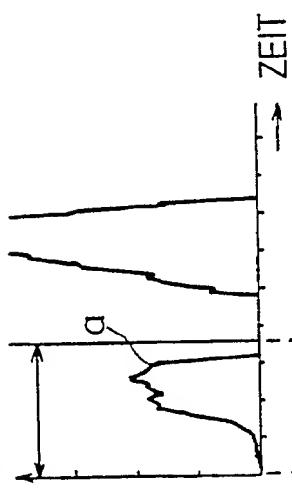
DIFFERENZWERT DES
INTERVALL-INTEGRALS

FIG. 16A

DIFFERENZWERT DES
INTERVALL-INTEGRALS

PEGELWERT

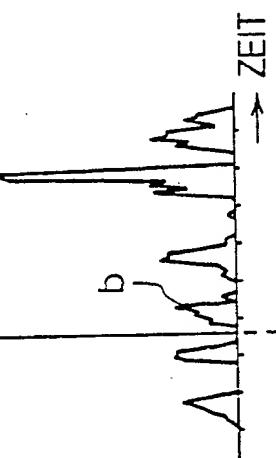
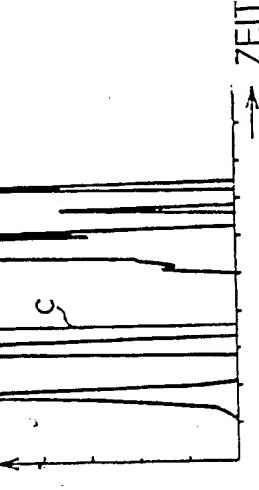
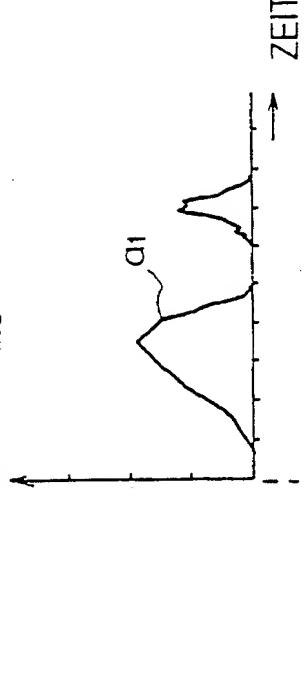
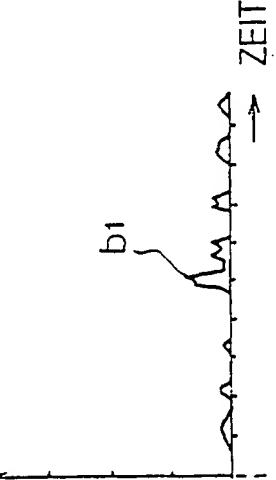
 $y(2)$ KREUZKORRELATIONS-
WERTKREUZKORRELATIONS-
WERT

FIG. 16B

DIFFERENZWERT DES
INTERVALL-INTEGRALS

PEGELWERT

 $y(2)$ KREUZKORRELATIONS-
WERT